



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - KS 141501

# PERAMALAN PERMINTAN KENDARAAN BERMOTOR RODA EMPAT DI INDONESIA DENGAN MENGUNAKAN INTEGRASI METODE REGRESI PLS DAN ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEMS

DICKY ALFIANS ADI NUGROHO  
NRP 5212 100 088

Dosen Pembimbing :  
Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom.

JURUSAN SISTEM INFORMASI  
Fakultas Teknologi Informasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - KS 141501

*FORECASTING AUTOMOBILE DEMAND IN INDONESIA  
USING INTEGRATION OF PLS REGRESSION METHOD  
AND ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE  
SYSTEMS*

DICKY ALFIANS ADI NUGROHO  
NRP 5212 100 088

Supervisor:  
Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom.

JURUSAN SISTEM INFORMASI  
Fakultas Teknologi Informasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016

**PERAMALAN PERMINTAN KENDARAAN BERMOTOR  
RODA EMPAT DI INDONESIA DENGAN MENGGUNAKAN  
INTEGRASI METODE REGRESI PLS DAN ADAPTIVE NEURO  
FUZZY INFERENCE SYSTEMS**

**TUGAS AKHIR**

Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer  
pada  
Jurusan Sistem Informasi  
Fakultas Teknologi Informasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**DICKY ALFIANS ADI NUGROHO**

**5212 100 088**

Surabaya, Juli 2016

**KETUA  
JURUSAN SISTEM INFORMASI**

**Dr. Ir. Aris Tjahvanto, M. Kom.**

**NIP 19650310199102001**

**PERAMALAN PERMINTAN KENDARAAN  
BERMOTOR RODA EMPAT DI INDONESIA  
DENGAN MENGGUNAKAN INTEGRASI METODE  
REGRESI PLS DAN ADAPTIVE NEURO FUZZY  
INFERENCE SYSTEMS**

**TUGAS AKHIR**

Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer  
pada

Jurusan Sistem Informasi  
Fakultas Teknologi Informasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Oleh :

**DICKY ALFIANS ADI NUGROHO**

**NRP. 5212 100 088**

Disetujui Tim Penguji : Tanggal Ujian : 18 Juli 2016  
Periode Wisuda : September 2016

Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom.

  
(Pembimbing I)

Edwin Riksakomara, S.Kom., M.T.

  
(Penguji I)

Faizal Mahananto S.Kom, M.Eng., Ph.D.

  
(Penguji II)

# **PERAMALAN PERMINTAN KENDARAAN BERMOTOR RODA EMPAT DI INDONESIA DENGAN MENGGUNAKAN INTEGRASI METODE REGRESI PLS DAN ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEMS**

**Nama Mahasiswa** : Dicky Alfians Adi Nugroho  
**NRP** : 5212 100 088  
**Jurusan** : Sistem Informasi FTIf-ITS  
**Pembimbing I** : Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom.  
**Pembimbing II** : Edwin Riksakomara, S.Kom., M.T.

## **ABSTRAK**

*Dalam industri otomotif akurasi peramalan terhadap permintaan pasar merupakan sesuatu yang signifikan karena memiliki pengaruh terhadap proses manufaktur, pengiriman serta proses penjualan. Dengan beranggapan bahwa terdapat beberapa factor yang memiliki peran signifikan dalam peramalan permintaan terhadap kendaraan roda empat di Indonesia . Penelitian ini memanfaatkan factor-faktor yang dirasa memiliki pengaruh signifikan diantaranya adalah data harga bahan bakar kendaraan, pertumbuhan ekonomi, pertumbuhan populasi, indeks pencarian, daya beli masyarakat serta data tingkat pengangguran. Berdasarkan hal tersebut lahirlah tuga ini yang mana akan mengimplementasikan integrasi model Partial Least Square Regression dan Adaptive Neuro based Fuzzy Inference System (ANFIS) dalam peramalan permintaan terhadap kendaraan roda empat di Indonesia.*

*Dalam tugas akhir ini Regresi PLS akan digunakan dalam menentukan variable yang memiliki pengaruh signifikan dari variable yang diajukan di awal. Kemudian variable tersebut akan dijadikan sebagai masukan bersama dengan data histori penjualan dalam model Adaptive Neuro based Fuzzy Inference System untuk mendapatkan model serta hasil forecast. Untuk melakukan pengetesan terhadap hasil uji dari model Adaptive Neuro based Fuzzy Inference System, tugas akhir ini juga akan menyertakan hasil komparasi dari model peramalan lain yaitu model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) serta model Dekomposisi.*

***Kata kunci : Automobile Demand, PLS Regresi, ANFIS, Demand  
Forecasting***

**FORECASTING AUTOMOBILE DEMAND IN INDONESIA USING  
INTEGRATION OF PLS REGRESSION METHOD AND ADAPTIVE  
NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEMS**

**Student Name** : Dicky Alfians Adi Nugroho  
**NRP** : 5212 100 088  
**Department** : Sistem Informasi FTIf-ITS  
**Supervisor I** : Wiwik Anggraeni, S.Si., M.Kom.

**ABSTRACT**

In the automotive industry demand forecasting accuracy is important because it has an influence on the process of manufacturing, delivery and sales process. Assuming that there are several factors that have a significant role in forecasting of automotive industry in Indonesia. This study utilized the factors considered to have significant influence include fuel price, economic growth, population growth, google search indexes, customer purchasing indexes and unemployment rate. Based on that argument this research is proposed, this research will implement the integration model of Partial Least Squares Regression and Adaptive Neuro Fuzzy based Inference System (ANFIS) in forecasting demand for four-wheel vehicles in Indonesia.

In this final project we will utilize PLS regression to determine variables that has a significant effect on demand of automotive industry. Then those variables will be used as an input along with the sales history data in a model-based Adaptive Neuro Fuzzy Inference System to get the best model and forecast results. For testing the results of the model-based Adaptive Neuro Fuzzy Inference System, this research will also include the comparison of other forecasting model such as Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA), and the model decomposition.

**Keywords:** *Automobile Demand, PLS Regresi, ANFIS, Demand Forecasting*

*Halaman ini sengaja dikosongkan*





## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI .....	i
DAFTAR GAMBAR .....	iv
DAFTAR TABEL .....	vi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	2
1.4. Tujuan Penelitian .....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
1.6. Relevansi.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Penelitian Sebelumnya.....	5
2.2. Dasar Teori .....	7
2.2.1. Peramalan.....	7
2.2.2. Interpolasi dan Ekstrapolasi .....	8
2.2.3. PLS Regresi.....	9
2.2.4. <i>Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS)</i> ..	9
2.2.5. Perhitungan Error .....	12
BAB III METODOLOGI TUGAS AKHIR .....	15
3.1 Diagram Metodologi.....	15

3.2	Uraian Metodologi .....	16
3.2.1	Analisis Permasalahan.....	16
3.2.2	Studi Pustaka .....	16
3.2.3	Pengumpulan Data .....	16
3.2.4	Pembuatan Model Peramalan .....	17
3.2.5	Training dan Uji Model.....	18
3.2.6	Analisa Hasil .....	18
3.2.7	Penyusunan Laporan Tugas Akhir .....	18
BAB IV PERANCANGAN.....		21
4.1.	Pengumpulan Data .....	21
4.1.1.	Data Masukan .....	21
4.1.2.	Persiapan Data .....	21
4.2.	Proses Pembuatan Model .....	22
4.2.1.	Tahap Pertama adalah meninjau koliearitas dari input.....	23
4.2.2.	Menentukan variable signifikan .....	24
4.2.3.	Skenario Pengujian yang diajukan .....	26
BAB V IMPLEMENTASI .....		29
5.1	Lingkungan Uji Coba.....	29
5.2	Pemodelan ANFIS dengan MATLAB .....	29
5.2.1	Input Data Awal.....	30
5.2.2	Penentuan Parameter ANFIS .....	32
5.2.3	Menentukan Error Tolerance dan iterasi (Epoch).....	33
5.2.4	Proses Uji Coba Model .....	34

5.2.5 Pengambilan Hasil Output model ANFIS .....	37
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN.....	41
6.1. Lingkungan Uji Coba.....	41
6.2. Hasil Interpolasi dan Ekstrapolasi .....	42
6.3. Implementasi ANFIS .....	43
6.3.1. Implementasi pada Toyota .....	43
6.3.2. Implementasi pada Honda.....	45
6.4. Analisa Hasil.....	47
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN .....	51
7.1. Kesimpulan .....	51
7.2. Saran .....	52
DAFTAR PUSTAKA.....	53
BIODATA PENULIS.....	56
Lampiran A .....	A-1
Lampiran B.....	B-1
Lampiran C.....	C-1
Lampiran D .....	D-1
Lampiran E .....	E-1
Lampiran F .....	F-1

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Lapisan ANFIS .....	10
Gambar 3.1 Metodologi Tugas Akhir.....	15
Gambar 4.1 Produk Domestik Bruto Indonesia 2007-2015 dalam Miliar USD .....	22
Gambar 4.2 Plot Std Coefficient Toyota .....	25
Gambar 4.3 Plot Std Coefficient Honda.....	26
Gambar 5.1 Workspace Area Matlab .....	30
Gambar 5.2 GUI Fuzzy Toolbox.....	31
Gambar 5.3 Plotting data pembangun model ANFIS .....	32
Gambar 5.4 Penentuan Parameter ANFIS .....	33
Gambar 5.5 Menentukan Error Tolerance dan Epoch .....	34
Gambar 5.6 Salah satu model yang diujicobakan.....	35
Gambar 5.7 Struktur salah satu model ANFIS .....	36
Gambar 5.8 Rules dari pembangunan salah satu model ANFIS ..	37
Gambar 5.9 Salah satu hasil output model ANFIS.....	38
Gambar 5.10 Mengexport hasil output ke Workspace .....	39
Gambar 6.1 Produk Domestik Bruto Indonesia 2007-2015 (Dalam Miliar USD).....	42
Gambar 6.2 Interpolasi Produk Domestik Bruto Dalam Juta Orang .....	42
Gambar 6.3 Perbandingan antaran data aktual serta hasil forecast Skenario 2.....	44
Gambar 6.4 Perbandingan antaran data aktual serta hasil forecast Skenario 2 dengan data normalisasi .....	45

Gambar 6.5 Perbandingan antaran data aktual Honda dengan hasil forecast .....	46
Gambar 6.6 Perbandingan antaran data aktual serta hasil forecast Skenario 6 dengan data normalisasi .....	47
Gambar 6.7 Komparasi metode pada Toyota .....	48
Gambar 6.8 Komparasi metode pada Honda .....	49

### DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Sebelumnya .....	5
Tabel 4.1 Variabel input mentah .....	23
Tabel 4.2 Variable input .....	24
Tabel 4.3 Tabel Prediktor PLS Regresi .....	24
Tabel 4.4 Parameter serta input yang akan digunakan pada Honda .....	27
Tabel 4.5 Parameter serta input pada Toyota .....	27
Tabel 6.1 Perangkat keras yang digunakan .....	41
Tabel 6.2 Perangkat lunak yang digunakan .....	41
Tabel 6.3 Hasil ANFIS Toyota.....	43
Tabel 6.4 Perbandingan antaran data aktual serta hasil forecast dengan normalisasi .....	44
Tabel 6.5 Hasil ANFIS Honda .....	45
Tabel 6.6 Tabel Hasil Skenario 2 dengan data normalisasi .....	46
Tabel 6.7 Tabel Komparasi Model Toyota.....	47
Tabel 6.8 Tabel Komparasi Model Honda .....	48

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

Dalam bab pendahuluan ini akan menjelaskan mengenai latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan tugas akhir, dan manfaat kegiatan tugas akhir. Berdasarkan uraian pada bab ini, diharapkan mampu memberi gambaran umum permasalahan dan pemecahan masalah pada tugas akhir.

### **1.1. Latar Belakang Masalah**

Saat ini pertumbuhan ekonomi di Indonesia merupakan salah satu yang terbaik di ASEAN [1]. Menurut Badan Pusat Statistik Indonesia, pertumbuhan ekonomi Indonesia selalu berapa diatas empat persen selama empat tahun belakangan (BPS, 2015). Hal ini mendukung pesatnya pertumbuhan di berbagai sector salah satunya adalah Industri otomotif. Berdasarkan data dari GAIKINDO tiap tahunnya terjual lebih dari satu juta unit kendaraan roda empat baru di Indonesia [2]. Dengan pasar yang besar ini banyak produsen kendaraan global yang berupaya untuk mendapatkan keuntungan semaksimal mungkin hal ini berujung pada persaingan pasar yang sangat kompetitif.

Berdasarkan hal tersebut dibutuhkan kemampuan teknis serta manajemen yang baik untuk tetap bisa bersaing pada industri otomotif yang kian hari semakin ketat serta kompetitif. Dari sisi manajemen peramalan terhadap permintaan pelanggan secara akurat merupakan hal yang penting karena setiap aktivitas memiliki kaitan terhadap perkiraan permintaan pasar terhadap produk [3]. Dengan perkiraan permintaan pasar yang baik maka perusahaan akan dapat menjaga stock level dengan sebaik mungkin serta tetap menjaga ketersediaan produk bagi pelanggan.

Pada saat ini metode yang sering digunakan dalam melakukan peramalan adalah menggunakan model time series seperti *autoregressive integrated moving average* (ARIMA) model dan model dekomposisi. Kedua model ini memiliki hasil yang akurat ketika kondisi pasar cenderung stabil namun ketika terjadi perubahan secara signifikan pada ekonomi makro dapat membuat metode ini menjadi tidak valid lagi [4]. Dalam meramalkan penjualan kendaraan seharusnya terdapat beberapa pertimbangan yang seharusnya diikut sertakan dalam menentukan peramalan permintaan pasar seperti harga bahan bakar, daya beli

masyarakat, tingkat kepuasan pengguna serta harga jual kendaraan merupakan faktor yang sering digunakan masyarakat memutuskan akan membeli kendaraan. Belakangan ini terdapat sebuah studi dimana masyarakat cenderung melakukan pencarian informasi terlebih dahulu melalui internet sebelum melakukan pembelian, berdasarkan temuan ini indeks pencarian pada mesin pencari di internet juga seharusnya dapat dijadikan sebagai variable dalam melakukan peramalan permintaan pasar terhadap suatu produk [4].

Berdasarkan fakta tersebut dibutuhkan sebuah model yang dapat memenuhi semua kebutuhan tersebut oleh karena itu peneliti mengajukan model *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)* untuk digunakan dalam penelitian terkait peramalan permintaan kendaraan roda empat di Indonesia namun karena terdapat banyak variable yang akan dijadikan sebagai masukan maka digunakan PLS Regresi untuk mengurangi dimensi dari data. PLS Regresi sendiri dipilih dikarenakan telah teruji dapat mengatasi banyak variable dengan tingkat colinearity yang tinggi [5]. Berlatar belakang hal tersebut peneliti mengajukan sebuah penelitian terkait peramalan permintaan pelanggan terhadap kendaraan roda empat di Indonesia menggunakan integrasi model *Partial Least Square Regression (PLS Regression)* dan model *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)*.

## 1.2. Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang diangkat pada tugas akhir ini adalah:

- a. Variabel apa yang berpengaruh dalam membuat model peramalan penggunaan air bersih kategori rumah tangga yang paling baik?
- b. Model seperti apakah yang cocok untuk digunakan dalam peramalan penggunaan air bersih pada kategori rumah tangga

## 1.3. Batasan Masalah

Batasan permasalahan dalam tugas akhir ini adalah :

- a. Data yang digunakan merupakan data penjualan perbulan kendaraan roda empat pada periode tahun 2007-2015 , Data Gross domestic production, data tingkat pengangguran, populasi penduduk, Indeks Harga pelanggan , harga bahan bakar kendaraan bermotor dan Indeks Pencarian pada google.



- b. Data penjualan kendaraan roda empat yang digunakan adalah data penjualan Toyota dan Honda
- c. Hasil peramalan yang akan dibuat merupakan peramalan perbulan untuk permintaan pada periode tahun 2015.

#### 1.4. **Tujuan Penelitian**

Tujuan akhir dari penelitian tugas akhir ini adalah menerapkan integrasi metode regresi pls dan adaptive neuro fuzzy inference system dalam meramalkan jumlah permintaan perbulan terhadap kendaraan roda empat dari suatu merk tertentu untuk beberapa periode waktu tahun 2016 dengan memperhatikan beberapa faktor atau variabel yang memengaruhinya.

#### 1.5. **Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

- a. Manfaat bagi peneliti : Menambah pengetahuan dan pengalaman tentang menggunakan sistem neuro-fuzzy dalam melakukan peramalan terhadap permintaan suatu barang.
- b. Manfaat untuk Industri Otomotif: Hasil penelitian dapat dijadikan salah satu acuan dalam melakukan peramalan terhadap permintaan pasar.
- c. Manfaat untuk masyarakat : Penerapan model peramalan yang baik akan dapat memenuhi kebutuhan masyarakat terkait produk serta menjaga kepuasan masyarakat terhadap suatu produk.
- d. Manfaat untuk Universitas : Menambah referensi tentang penggunaan sistem neuro-fuzzy dalam peramalan.

#### 1.6. **Relevansi**

Hasil dari penelitian ini berfokus pada bagaimana pembuatan suatu model peramalan yang sesuai dengan kebutuhan dari industri otomotif. Penelitian tugas akhir ini termasuk dalam mata kuliah Teknik Peramalan, Penggalian Data dan Analitika Bisnis, dan Sistem Cerdas, serta topik ini termasuk dalam laboratorium Rekayasa Data dan Intelektualitas Bisnis di jurusan Sistem Informasi

Halaman ini sengaja dikosongkan

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian tinjauan pustaka ini, akan dijelaskan mengenai referensi-referensi yang terkait dalam penyusunan tugas akhir ini.

### 2.1. Penelitian Sebelumnya

Daftar penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang mendasari penelitian tugas akhir ini dapat dilihat pada

**Tabel 2.1 Penelitian Sebelumnya**

No	Penulis	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Kelebihan /Kekurangan
1	Cahyono, Dimas Permadi (Jurusan Manajemen Fakultas Ekonomi dan Manajemen Institut Pertanian Bogor)	Analisis Peramalan Penjualan Menggunakan Metode Kointegrasi pada tipe mobil Sedan, City car, MPV, dan SUV di Honda Mandiri Bogor.	Menganalisis uji kointegrasi antara jenis produk sedan, city car, MPV (Multi Purpose Vehicle), dan SUV ( Sport Utility Vahicle) di PT. Honda Mandiri Bogor. Mendapatkan peramalan atau ramalan pencapaian penjualan mobil di PT.Honda Mandiri Bogor pada semester awal tahun 2012.	Kelebihan :Perubahan permintaan pada suatu segmen akan berdampak pada segmen lain hal tersebut membuat peramalan bisa lebih akurat. Kelemahan:Tidak mempertimbangkan factor eksternal hanya pada kuantitas penjualan.
2	SUN Bao-feng, Li Bo-lin, LI Gen-dao, ZHANG Kai-ming (Advances in information Sciences and	Automobile Demand Forecasting: An Integrated Model of PLS Regression and ANFIS	Membuat suatu model baru dengan mengintegrasikan Regresi PLS dengan ANFIS untuk	Kelebihan : telah mempertimbangkan factor eksternal yang mempengaruhi penjualan kendaraan seperti perubahan ekonomi makro dan

No	Penulis	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Kelebihan /Kekurangan
	Service Sciences AISS)		menemukan model yang sesuai dalam meramalkan permintaan terhadap kendaraan bermotor di China.	beberapa factor lain. Tingkat akurasi uji peramalan lebih baik dari ARIMA dan dekomposisi Akurasi : Nilai MAPE = 2,6 %
3	Biao Luo,Liang Wan, Weiwei Yan, Jiejie Yu, (School of Management, University of Science and Technology of China )	A New Tyoe of Combination Forecasting Method Based on PLS.	Melakukan penelitian terkait pembuatan model peramalan yang akurat dalam meramalkan penjualan rokok di China menggunakan kombinasi antara beberapa metode forecasting dengan PLS Regresi.	Kelebihan : Penggunaan PLS Regresi terhadap model peramalan meningkatkan akurasi dari hasil peramalan.
4	Daoping Chen (School of Economics and Management Chongqing Normal University )	Chinese Automobile Demand Prediction Based on ARIMA Model	Membuat penelitian terkait penggunaan model ARIMA dalam peramalan permintaan produk terkait industri otomotif China.	Kelebihan : Metode telah sering digunakan dan memiliki tingkat akurasi yang cukup baik pada riset tersebut. Kekurangan : Akurasi masih kurang maksimal. Akurasi : nilai MAPE mencapai 9%..
5	Fu-Kwun Wang <sup>[1]</sup> , Ku-Kuang Chang <sup>[1]</sup> , Chih-Wei Tzeng <sup>[2]</sup>	Using adaptive network-based fuzzy inference system to forecast automobile sales	Melakukan peramalan penjualan kendaraan roda empat di china	Kelebihan : telah mempertimbangkan factor eksternal yang mempengaruhi penjualan kendaraan

No	Penulis	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Kelebihan /Kekurangan
	([1]National Taiwan University of Science and Technology [2] Takming University of Science and Technology)		dengan mengintegrasikan Regresi PLS dengan ANFIS	seperti perubahan ekonomi makro dan beberapa factor lain. Tingkat akurasi uji peramalan lebih baik dari ARIMA dan dekomposisi Akurasi : Nilai MAPE kurang dari 2%

## 2.2.Dasar Teori

### 2.2.1. Peramalan

Peramalan adalah proses memperkirakan nilai di masa yang akan datang dengan menggunakan data yang ada di masa lampau. Data di masa lampau secara sistematis dikombinasikan dan diolah untuk memperkirakan suatu nilai di masa yang akan datang. Tujuan dari peramalan adalah untuk mengambil tindakan pada kondisi terkini untuk menangani suatu kondisi yang telah diperkirakan di masa yang akan datang [1]. Menurut Render dan Heizer, teknik peramalan dibagi menjadi dua, yaitu [2]:

- Metode peramalan kualitatif yang menggabungkan faktor-faktor seperti intuisi pengambilan keputusan, emosi, pengalaman pribadi.
- Metode peramalan kuantitatif yang menggunakan satu atau lebih model matematis dengan data masa lalu dan variabel sebab akibat untuk meramalkan permintaan. Pada dasarnya metode peramalan kuantitatif dibagi menjadi dua, yaitu:

- 1) Model deret waktu/time series

Pada model ini, suatu variabel diramalkan berdasarkan nilai variabel itu sendiri di periode sebelumnya

## 2) Model kausal/explanatory

Pada model ini, suatu variabel diramalkan berdasarkan nilai dari satu atau lebih variabel lain yang berpengaruh.

Dalam melakukan peramalan terdiri dari beberapa tahapan khususnya jika menggunakan metode kuantitatif [3]. Tahapan tersebut adalah:

- a. Mendefinisikan tujuan dari peramalan
- b. Membuat diagram pencar (Plot Data)
- c. Memilih model peramalan yang tepat sesuai dengan plot data
- d. Melakukan peramalan
- e. Menghitung kesalahan ramalan (forecast error)
- f. Memilih metode peramalan dengan kesalahan yang terkecil
- g. Melakukan verifikasi peramalan

### 2.2.2. Interpolasi dan Ekstrapolasi

Salah satu metode yang sering digunakan dalam *pre-processing* data adalah interpolasi dan ekstrapolasi. Kedua metode ini digunakan untuk mencari nilai dalam titik-titik tertentu dalam plot data [4]. Interpolasi digunakan untuk mencari nilai diantara dua titik yang telah diketahui nilainya, sedangkan ekstrapolasi digunakan untuk memprediksi suatu nilai di luar interval data berdasarkan pola data yang ada.

Salah satu metode dari interpolasi dan ekstrapolasi adalah interpolasi dan ekstrapolasi linear. Interpolasi linear menghubungkan dua buah titik yang segaris dan mencari nilai diantaranya [4]. Untuk menghitung nilai yang berada di dua titik segaris dapat menggunakan persamaan (1)

$$f_1(x) = f(x_0) + \frac{f(x_1) - f(x_0)}{x_1 - x_0} (x - x_0) \quad (2.1)$$

Dimana  $f_1(x)$  merupakan nilai yang ingin dicari,  $f(x_0)$  dan  $x_0$  merupakan koordinat titik pertama serta  $f(x_1)$   $x_1$  merupakan koordinat titik kedua.

Ekstrapolasi linear mampu mencari nilai diluar interval data dengan melihat tren linear data [4]. Untuk menghitung nilai tersebut dapat menggunakan persamaan (2)

$$f(x) = f(x_1) + \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} (f(x_2) - f(x_0)) \quad (2.2)$$

Dimana  $f(x)$  adalah nilai yang ingin dicari pada titik  $x$ , dengan koordinat titik terdekat dengan titik  $x$  adalah  $(x_1, f(x_1))$  dan  $(x_2, f(x_2))$ .

### 2.2.3. PLS Regresi

Partial least square (PLS) adalah suatu teknik statistik multivariat yang bisa menangani banyak variabel respon dan variabel eksplanatori sekaligus. PLS merupakan alternatif yang baik untuk metode analisis regresi berganda dan regresi komponen utama karena metode PLS bersifat lebih robust, artinya parameter model tidak banyak berubah ketika sampel baru diambil dari total populasi

PLS pertama kali dikembangkan pada tahun 1960-an oleh Herman O. A. Wold dalam bidang ekonometrik. PLS merupakan suatu teknik prediktif yang bisa menangani banyak variabel independen, bahkan sekalipun terjadi multikolinieritas diantara variabel-variabel tersebut (Ramzan dan Khan, 2010).

PLS digunakan untuk mengetahui kompleksitas hubungan suatu konstruk dan konstruk yang lain, serta hubungan suatu konstruk dan indikator-indikatornya. PLS didefinisikan oleh dua persamaan, yaitu inner model dan outer model. Inner model menentukan spesifikasi hubungan antara konstruk dan konstruk yang lain, sedangkan outer model menentukan spesifikasi hubungan antara konstruk dan indikator-indikatornya. Konstruk terbagi menjadi dua yaitu konstruk eksogen dan konstruk endogen. Konstruk eksogen merupakan konstruk penyebab, konstruk yang tidak dipengaruhi oleh konstruk lainnya. Konstruk eksogen memberikan efek kepada konstruk lainnya, sedangkan konstruk endogen merupakan konstruk yang dijelaskan oleh konstruk eksogen. Konstruk endogen adalah efek dari konstruk eksogen (Yamin dan Kurniawan, 2009).

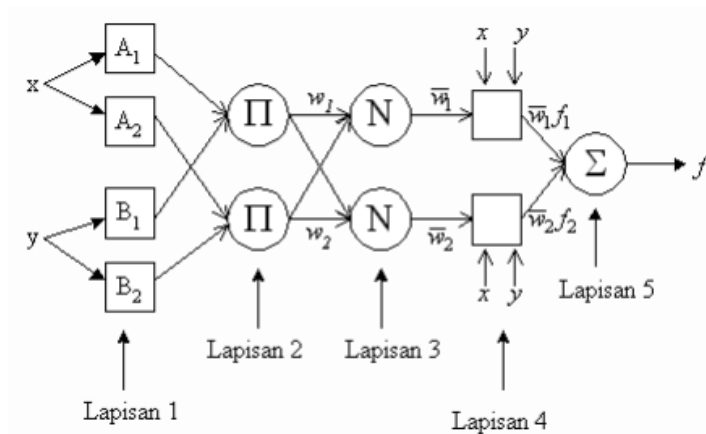
### 2.2.4. Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS)

*Adaptive Neuro-fuzzy Inference System* adalah sebuah metode yang mana merupakan hasil kombinasi dari metode *fuzzy logic* dan *artificial neural network* dalam bidang kecerdasan buatan, yang mana pertama kali dicetuskan oleh Jang J.S. pada tahun 1993. Ide dasar di balik NFS ini yaitu yang menggabungkan gaya penalaran manusia seperti yang ada pada

*fuzzy system* dengan pembelajaran dan struktur koneksionis dari *neural networks*.

NFS memberikan perkiraan universal yang kuat dan fleksibel dengan kemampuan untuk mengeksplorasi dan kemudian menginterpretasikan dalam bentuk *IF-THEN rules*. Penggunaan NFS semakin lama semakin banyak hingga merambah ke berbagai sektor dalam kehidupan sosial dan teknologi, salah satu penggunaannya yaitu dalam dunia medis. Dalam periode terakhir *neuro-fuzzy* telah digunakan untuk melakukan peramalan permintaan, peramalan harga saham hingga diagnose penyakit

ANFIS mengimplementasikan *Takagi Sugeno FIS* orde satu dengan pertimbangan kesederhanaan dan kemudahan komputasi dan memiliki lima arsitektur berlapis seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



**Gambar 2.1 Lapisan ANFIS**

Pada lapisan 1 ini merupakan lapisan *fuzzifikasi*, semua simpul pada lapisan ini adalah simpul adaptif (parameter dapat berubah) dengan fungsi simpul:  $O_{1,i} = \mu_{A_i}(x)$ , untuk  $i = 1, 2$ , atau

$$O_{1,i} = \mu_{B_{i-2}}(y), \text{ untuk } i = 3, 4 \quad (2,3)$$



Dengan  $x$  dan  $y$  adalah input pada simpul ke  $i$ , dan  $A_i$  (atau  $B_{i-2}$ ) adalah label linguistik seperti tinggi, sedang, rendah, dsb. Dengan kata lain  $O_{1,i}$  adalah fungsi keanggotaan dari *fuzzy set*  $A_i$  (atau  $B_{i-2}$ ) dan menspesifikasikan derajat keanggotaan  $x$  dan  $y$  terhadap  $A_i$  (atau  $B_{i-2}$ ). Dimana  $\mu_{A_i}(x)$  dan  $\mu_{B_{i-2}}(y)$  dapat mengadopsi banyak fungsi keanggotaan *fuzzy (MF)*. Fungsi keanggotaan MF yang sering digunakan yaitu :

1) Triangular MFs

$$Triangular (x; a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & c \leq x \end{cases}$$

2) Generalized Bell MFs

$$Gbell (x; a, b, c) = \frac{1}{1 + \left[ \frac{x-c}{a} \right]^{2b}}$$

3) Gaussian MFs

$$Gaussian (x; c, \sigma) = e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{x-c}{\sigma} \right)^2}$$

Dimana  $(a_i, b_i, c_i, \sigma_i)$  merupakan satu set parameter yang mana dapat merubah bentuk dari jenis fungsi keanggotaan *fuzzy* MFs. Parameter pada jenis ini disebut sebagai parameter premis yang adaptif.

Pada Lapisan 2. Semua simpul pada lapisan ini adalah nonadaptif (parameter tetap). Fungsi simpul ini adalah mengalikan setiap sinyal masukan yang datang. Fungsi simpul :

$$O_{2,i} = w_i = \mu_{A_i}(x) \cdot \mu_{B_i}(y), \quad i = 1, 2 \quad (2,4)$$

Dimana  $w_i$  menyatakan derajat pengaktifan (*firing strength*) tiap aturan *fuzzy*. Fungsi ini dapat diperluas apabila bagian premis memiliki lebih dari dua himpunan *fuzzy*. Banyaknya simpul pada lapisan ini menunjukkan

banyaknya aturan yang dibentuk. Fungsi perkalian yang digunakan adalah interpretasi kata hubung and dengan menggunakan operator *t-norm*.

Lapisan 3, Setiap simpul pada lapisan ini adalah simpul nonadaptif yang menampilkan fungsi derajat pengaktifan ternormalisasi (*normalized firing strength*) yaitu rasio keluaran simpul ke- $i$  ( ) pada lapisan sebelumnya terhadap seluruh keluaran lapisan sebelumnya, dengan bentuk fungsi simpul:

$$O_{3,i} = \bar{w}_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2}, \quad i = 1, 2 \quad (2,5)$$

Apabila dibentuk lebih dari dua aturan, fungsi dapat diperluas dengan membagi  $w_i$  dengan jumlah total  $w$  untuk semua aturan.

Lapisan 4. Setiap simpul pada lapisan ini adalah simpul adaptif dengan fungsi simpul :

Dimana merupakan output dari lapisan 3 (derajat perngaktifan ternormalisasi), yang dan parameter  $p_i$ ,  $q_i$ ,  $r_i$  menyatakan parameter konsekuen ( *consequent parameter* )yang adaptif.

Lapisan 5. Pada lapisan ini hanya ada satu simpul tetap yang fungsinya untuk menjumlahkan semua masukan. Fungsi simpul :

Jaringan adaptif dengan lima lapisan tersebut ekivalen dengan sistem inferensi *fuzzy TSK*.

### 2.2.5. Perhitungan Error

Menurut Makridakis dan Hibon, untuk menguji ukuran kesalahan peramalan dapat menggunakan beberapa metode [5]. Untuk mengukur ketepatan peramalan, biasanya digunakan metode MAPE.

Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Merupakan rata – rata dari keseluruhan persentase kesalahan (selisih) antara data aktual dengan data hasil peramalan. MAPE menggambarkan nilai *error* terhadap data aktual dalam bentuk persentase. Bentuk persentase digunakan karena dapat menggambarkan tingkat pentingnya *error* dan merupakan bentuk yang umum digunakan sehingga bisa

diinterpretasikan lebih cepat [5]. MAPE dapat dihitung dengan persamaan (2.6) :

$$MAPE = \frac{\sum \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right|}{m} 100\% \quad (2.6)$$

Dimana  $X_t$  merupakan data aktual saat periode  $t$ ,  $F_t$  merupakan data hasil peramalan saat periode  $t$ , dan  $m$  merupakan jumlah data yang digunakan saat menghitung MAPE.

### **BAB III**

## **METODOLOGI TUGAS AKHIR**

Dalam bab ini menjelaskan terkait metodologi yang akan digunakan sebagai panduan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

### **3.1 Diagram Metodologi**

Dibawah ini merupakan alur metodologi untuk tugas akhir menggunakan metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference Systems* :



**Gambar 3.1 Metodologi Tugas Akhir**

## 3.2 Uraian Metodologi

Berdasarkan pada diagram alur metodologi pada sub bab sebelumnya, di bawah ini merupakan penjelasan dari setiap prosesnya

### 3.2.1 Analisis Permasalahan

Permasalahan yang terjadi saat ini adalah model peramalan yang umum diterapkan dalam peramalan permintaan suatu produk adalah menggunakan model time series seperti ARIMA atau dekomposisi sedangkan belakangan ini diketahui bahwa model tersebut tidak lagi valid apabila terjadi perubahan yang cukup signifikan terhadap suatu produk atau kondisi ekonomi suatu negara oleh karena itu dibutuhkan sebuah model yang dapat mengakomodir berbagai variable yang dijadikan sebagai aspek pendukung dalam melakukan proses peramalan. Oleh karena itu peneliti mengajukan sebuah penelitian mengenai penggunaan model *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)* sebagai model peramalan terkait permintaan kendaraan roda empat di Indonesia dengan dipadukan dengan PLS Regresi untuk mengkerucutkan variable-variable yang signifikan.

### 3.2.2 Studi Pustaka

Studi Putaka (*Library Research*) penulisan ini dimulai setelah peneliti memahami permasalahan yang terjadi, kemudian melakukan studi kepustakaan yang dapat menunjang penelitian ini, caranya yaitu mengumpulkan bahan-bahan referensi baik dari buku, artikel, jurnal, makalah, narasumber maupun situs internet mengenai penggunaan metode *Artificial Neural Networ*, *Fuzzy Logic*, dan *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System ( ANFIS )* dan *Partial Least Square Regression (PLS Regression)* serta beberapa referensi lainnya untuk menunjang pencapaian tujuan penelitian.

### 3.2.3 Pengumpulan Data

Untuk membangun sebuah sistem peramalan, tentunya dibutuhkan sebuah data baik data acuan serta data penunjang. Peneliti akan melakukan pengambilan data histori penjualan kendaraan roda empat di Indonesia , data ekonomi makro dari IMF dan Bank Indonesia serta Indeks pencarian terkait produk melalui Google Trend.

### 3.2.4 Pembuatan Model Peramalan

Pada tahapan ini model peramalan terhadap permintaan terhadap kendaraan roda empat di Indonesia akan diusulkan dengan mengintegrasikan PLS Regresi dan model ANFIS. Pada tahapan ini terdapat dua tahap. [5]

#### 3.1.1.1. Memilih Factor dengan Pengaruh Tertinggi

Dalam menentukan dampak dari penggunaan factor makro ekonomi , penelitian ini mengusulkan untuk menggunakan PLS regresi dalam memilih factor dengan pengaruh tertinggi. PLS regresi merupakan suatu teknik yang belakangan ini mengeneralisasi dan mengkombinasikan fitur dari analisa komponen utama dan multiple regresi.

#### 3.1.1.2. Membuat skala dari suatu variable

Sebelum suatu model dikembangkan, akan lebih mudah dalam melakukan observasi data terlebih dahulu didefinisikan dalam suatu set agar proses perhitungan menjadi lebih mudah. Dalam kasus ini  $x$  dan  $y$  akan di deklarasikan sebagai variable independen dan variable dependen. Kemudian  $E_0$  dan  $F_0$  akan dijadikan matrik strandart untuk variable independen dan variable dependen.

#### 3.1.1.3. Melakukan ekstrak terhadap factor latent

Pada step ini factor latent akan diekstrak melalui proses iterasi. Faktor-faktor laten harus memperhitungkan sebanyak mungkin jumlah variasi dari factor yang diajukan bersamaan dengan memperhitungkan respon agar tetap berjalan baik

#### 3.1.1.4. Menentukan jumlah latent factor

Kemudian adalah menentukan jumlah latent factor yang dibutuhkan untuk mendapatkan generalisasi yang terbaik untuk peramalan. Pada umumnya hal tersebut dapat dicapai dengan melakukan teknik cross-validation. Pada usulan model peramalan, PLS regresi digunakan untuk mengekstrak factor latent untuk mengurangi dimensi dari penelitian. Factor yang telah diekstrak kemudian akan digunakan sebagai input variable pada ANFIS.

#### 3.1.1.5. Peramalan menggunakan ANFIS

Setelah factor yang memiliki dampak signifikan telah diidentifikasi. Data historic dari factor-faktor tersebut akan dijadikan masukan pada ANFIS.

Berikut merupakan procedure dalam melakukan peramalan menggunakan jJANFIS. Step 1. Mengenerate training data; Step 2 Menentukan fungsi keanggotaan dan jumlah variable input; Step 3 Mengenerate Struktur FIS; Step 4 Mengatur parameter dalam pelatihan ANFIS; Step 5 melakukan pelatihan terhadap data ; Step 6 melakukan pengujian terhadap hasil dari FIS.

### 3.2.5 Training dan Uji Model

Tahapan setelah membuat model adalah menguji setiap model yang dibuat. Untuk melakukan pengujian, peneliti akan membnilai agi data sampel yang didapat menjadi data *training* dan data *testing* yang masing-masing proporsinya yaitu  $\frac{2}{3}$  untuk data *training* dan  $\frac{1}{3}$  untuk data *testing*. Setelah itu kita akan melakukan *training* dan *testing* pada kedua data tersebut dengan cara membandingkan nilai *MAPE* yang dihasilkan oleh setiap model, dan kemudian peneliti akan mengambil model terbaik, yaitu model yang memiliki nilai *MAPE* paling kecil yang mana digunakan untuk membuat sistem diagnosa penyakit jantung pada penelitian ini.

### 3.2.6 Analisa Hasil

Menganalisa hasil percobaan yang telah dilakukan, baik dari hasil akhir maupun selama proses percobaan. Setelah dianalisa, maka dibentuk kesimpulan yang nantinya dapat membantu pihak Produsen kendaraan roda empat dalam memenuhi kebutuhan terhadap permintaan kendaraan roda empat.

### 3.2.7 Penyusunan Laporan Tugas Akhir

Tahapan terakhir adalah pembuatan laporan tugas akhir sebagai bentuk dokumentasi atas terlaksananya tugas akhir ini. Di dalam laporan tersebut mencakup:

#### a. Bab I Pendahuluan

Dalam bab ini dijelaskan mengenai latar belakang, rumusan dan batasan masalah, tujuan dan manfaat pengerjaan tugas akhir ini.

#### b. Bab II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori

Dijelaskan mengenai penelitian-penelitian serupa yang telah dilakukan serta teori – teori yang menunjang permasalahan yang dibahas pada tugas akhir ini

#### c. Bab III Metodologi

Dalam bab ini dijelaskan mengenai tahapan – tahapan apa saja yang harus dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir

**d. Bab IV Perencanaan**

Pada bab ini akan dijelaskan bagaimana rancangan dari penelitian tugas akhir yang meliputi subyek dan obyek dari penelitian, pemilihan subyek dan obyek penelitian dan bagaimana penelitian akan dilakukan.

**e. Bab V Implementasi**

Pada bagian ini menjelaskan tentang proses implementasi dalam mencari model yang paling optimal dari studi kasus tugas akhir ini.

**f. Bab VI Kesimpulan dan Saran**

Berisi tentang kesimpulan dan saran yang ditujukan untuk kelengkapan penyempurnaan tugas akhir ini



Halaman ini sengaja dikosongkan

## **BAB IV PERANCANGAN**

Pada bab ini akan dijelaskan bagaimana rancangan dari penelitian tugas akhir yang meliputi subyek dan obyek dari penelitian, pemilihan subyek dan obyek penelitian dan bagaimana penelitian akan dilakukan.

### **4.1. Pengumpulan Data**

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan data yang dibutuhkan dalam pengerjaan tugas akhir. Proses pengumpulan data dilakukan dengan melakukan permohonan permintaan data ke organisasi terkait yaitu Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia (GAIKINDO). Dari proses tersebut didapatkan data permintaan penjualan dari beberapa merek kendaraan roda empat yang dijual di Indonesia. Selain data permintaan penjualan proses pengumpulan data juga dilakukan untuk mendapatkan data ketertarikan masyarakat terhadap merek yang direpresentasikan oleh google trend, data indeks BI rate dan Indeks harga konsumen dari situs Bank Indonesia serta data Produk Domestik Bruto dari situs Bank Dunia.

#### **4.1.1. Data Masukan**

Dari proses pengumpulan data, didapatkan data bulanan berupa jumlah permintaan dari 5 merek kendaraan roda empat di Indonesia, dan indeks pencarian google trend dan data indeks harga konsumen data Harga Bahan Bakar Minyak (BBM) mulai dari Januari 2007 hingga Desember 2015, dan data tahunan Produk Domestik Bruto Indonesia dan mulai tahun 2007 hingga 2015.

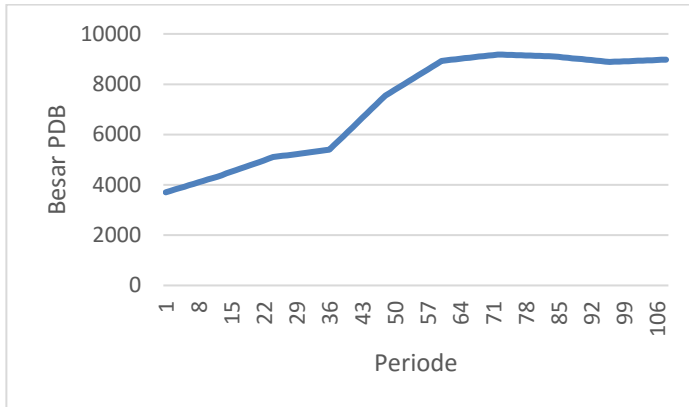
#### **4.1.2. Persiapan Data**

Pada tahapan ini, seluruh data yang telah tersedia diolah dan disiapkan sehingga dapat diproses di tahapan selanjutnya. Dalam tugas akhir ini, tahapan pra-proses yang dilakukan diantaranya adalah interpolasi, ekstrapolasi dan uji korelasi.

##### **a. Interpolasi**

Interpolasi digunakan untuk mencari nilai yang terletak dalam dua buah titik atau lebih [4]. Dalam tugas akhir ini, interpolasi digunakan untuk mencari Produk Domestik Bruto, Populasi dan Indeks

Pengukuran dalam bulanan, karena data PDB Indonesia hanya tersedia dalam bentuk tahunan. Interpolasi linear digunakan karena diketahui dua buah titik dan bisa ditarik garis lurus diantara kedua titik tersebut [4]. Dari data jumlah penduduk Kota Surabaya mulai dari tahun 2001-2015 cenderung membentuk garis lurus, sehingga bisa digunakan interpolasi linear



**Gambar 4.1 Produk Domestik Bruto Indonesia 2007-2015 dalam Miliar USD**

Setelah data disiapkan, maka data dibagi menjadi tiga yaitu untuk pelatihan (*training data*), untuk pengecekan (*checking data*) dan untuk pengujian (*testing data*). Seluruh data tersedia dalam bentuk bulanan, mulai dari Januari 2007 hingga Desember 2015 sehingga total data mencapai 108. Data dibagi dalam rasio 78:11:11 untuk pelatihan, pengecekan dan pengujian sehingga dihasilkan data bulanan selama 7 tahun (84 data) untuk pelatihan, 1 tahun (12 data) untuk validasi dan 1 tahun (12 data) untuk pengujian.

## 4.2. Proses Pembuatan Model

Dalam tugas akhir ini, model peramalan terhadap permintaan terhadap kendaraan roda empat di Indonesia akan diusulkan dengan mengintegrasikan PLS Regresi dan model ANFIS. Pada tahapan ini terdapat dua tahap :

#### 4.2.1. Tahap Pertama adalah meninjau kolieritas dari input.

Pada tahapan beberapa input yang telah diajukan sebelumnya akan di evaluasi sebelum nantinya akan dijadikan sebagai masukan dalam model Adaptive Neuro Fuzzy Inference System.

Berikut merupakan variable masukan yang pada bab sebelumnya telah didefinisikan:

1. Produk Domestik Bruto
2. Indeks Harga Konsumen
3. Populasi
4. Indeks Pengangguran
5. Harga BBM
6. Suku Bunga Bank Indonesia
7. Indeks Pencarian Google.

Dari data variable diatas diketahui beberapa diantaranya memiliki koliniaritas yang serupa karena memiliki keterkaitan yang kuat dan berasal dari kategori yang sama yaitu makro ekonomi oleh karena itu variabelbe disederhanakan dengan menggabungkan input Produk Domestik Bruto, Indeks Pengangguran dan Populasi menjadi Indonesia *Agregate demand* yang mana nilainya sama dengan Produk Domestik Bruto.

**Tabel 4.1 Variabel input mentah**

Input Sebelum Meninjau Kolinieritas dari input.	Input Setelah Meninjau Kolinearitas dari input
Produk Domestik Bruto	Produk Domestik Bruto
Indeks Harga Konsumen	Indeks Harga Konsumen
Populasi	Harga BBM
Indeks Pengangguran	Suku Bunga Bank Indonesia
Harga BBM	Indeks Pencarian Google.
Suku Bunga Bank Indonesia	
Indeks Pencarian Google.	

Dalam meningkatkan akurasi hasil training maka penelitian ini mengajukan 1 variable tambahan yaitu penjualan pada periode sebelumnya baik 1 bulan sebelumnya maupun 1 tahun sebelumnya. Input yang nantinya akan digunakan dapat dilihat pada **Error! Reference source not found.**

**Tabel 4.2 Variable input**

Input Final
Produk Domestik Bruto
Indeks Harga Konsumen
Harga BBM
Suku Bunga Bank Indonesia
Indeks Pencarian Google.
Penjualan Periode Sebelumnya

#### **4.2.2. Menentukan variable signifikan**

Dalam menentukan variable signifikan Tugas Akhir ini menggunakan PLS regresi dalam memilih factor dengan pengaruh tertinggi. PLS regresi merupakan suatu teknik yang belakangan ini mengeneralisasi dan mengkombinasikan fitur dari analisa komponen utama dan multiple regresi. Dalam tahap ini Tugas Akhir ini menggunakan Tools dari Minitab untuk membantu menentukan variable yang nantinya akan digunakan sebagai *variable input*.

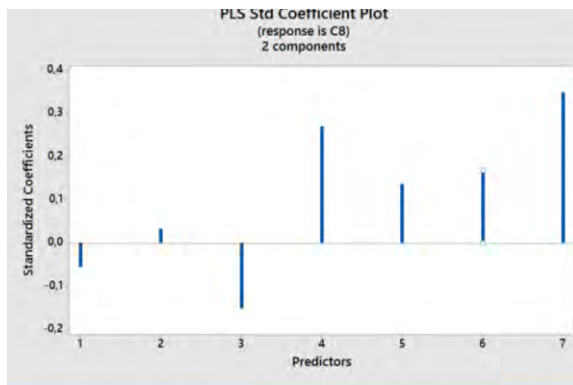
Untuk melakukan pengamatan terhadap variable signifikan dari data maka digunakan plot Std Coeffiecient. Standarized Coeefient menjelaskan perubahan yang akan terjadi dari standar deviasi pada variable terikat apabila terjadi perubahan pada variable bebas.

**Tabel 4.3 Tabel Prediktor PLS Regresi**

Predictor	Variable Bebas
1	Google Trend

Predictor	Variable Bebas
2	Harga BBM
3	BI Rate
4	GDP
5	Customer Purchasing Indeks
6	Populasi Penduduk
7	Penjualan bulan sebelumnya

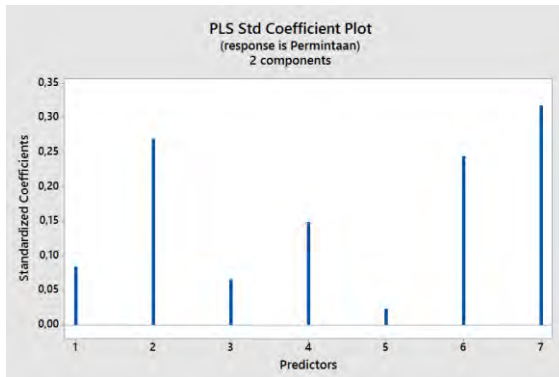
Pada **Error! Reference source not found.** dapat dipilih beberapa variable yang nanti akan digunakan menjadi *variable input* karena dianggap punya pengaruh signifikan. Dari analisa pada gambar diatas GDP dan Permintaan bulan lalu merupakan variable yang memiliki peran signifikan.



**Gambar 4.2 Plot Std Coefficient Toyota**

Pada **Error! Reference source not found.** dapat dilihat beberapa variable yang nanti akan digunakan menjadi *variable input* karena dianggap punya pengaruh signifikan. Dari analisa pada Gambar 4. 5 BBM, Populasi

dan Permintaan bulan lalu merupakan variable yang memiliki peran signifikan.



Gambar 4.3 Plot Std Coefficient Honda

#### 4.2.3. Skenario Pengujian yang diajukan

Pada penelitian ini dikarenakan sebelumnya sudah ditentukan input yang akan digunakan melalui tahap pls regresi maka penelitian ini juga akan melihat parameter apa yang dirasa paling tepat dalam melakukan implementasi berikut merupakan beberapa parameter yang digunakan dalam melakukan generelisasi rule fuzzy inference system :

1. Grid Partition : Trapmf, Gbellmf

Sedangkan untuk paramater output, akan dicoba jenis keluaran *constant* dan *linier* dan kemudian akan diambil satu model yang terbaik dari semua percobaan yang dilakukan untuk digunakan sebagai dasar peramalan permintaan kendaraan roda empat merek Honda dan Toyota .Detail paramater ANFIS yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 7 dan 8.

**Tabel 4.4 Parameter serta input yang akan digunakan pada Honda**

Skenario	Input	MF	Parameter
1	BBM, GDP, Populasi, Penjualan Bulan Lalu	3	trapmf
2	BBM, GDP, Populasi, Penjualan Bulan Lalu	3	gbellmf
3	BBM, GDP, Populasi, Penjualan Bulan Lalu	4	gbellmf
4	BBM, GDP, Populasi, Penjualan Bulan Lalu	4	trapmf
5	BBM, Populasi, Penjualan Bulan Lalu	3	trapmf
6	BBM, Populasi, Penjualan Bulan Lalu	3	gbellmf

**Tabel 4.5 Parameter serta input pada Toyota**

Skenario	Input	MF	Parameter
1	GDP,Populasi, Penjualan Bulan Sebelumnya	3	trapmf
2	GDP,Populasi, Penjualan Bulan Sebelumnya	3	gbellmf
3	GDP,Populasi, Penjualan Bulan Sebelumnya	4	trapmf
4	GDP, Penjualan Bulan Sebelumnya	3	trapmf
5	GDP, Penjualan Bulan Sebelumnya	3	gbellmf
6	GDP, Penjualan Bulan Sebelumnya	4	gbellmf



Pengujian dilakukan secara dua kali pertama menggunakan data mentah yang telah didapatkan dan kedua dilakukan dengan menggunakan data yang telah melakukan normalisasi.

## **BAB V IMPLEMENTASI**

### **5.1 Lingkungan Uji Coba**

Dalam tugas akhir ini, uji coba pemodelan peramalan dilakukan menggunakan PC berspesifikasi *processor* Intel Core i7 HQ4700M dengan RAM 16GB, untuk pra processing datanya seperti statistik deskriptif, interpolasi, dan pengolahan statistical lainnya menggunakan Microsoft Excel 2013. Proses pembangunan , pelatihan dan pemodelan struktur ANFIS dibuat menggunakan Matlab R2009A.

### **5.2 Pemodelan ANFIS dengan MATLAB**

Setelah mengatur parameter-parameter pembangun struktur ANFIS di tahap perancangan pemodelan, selanjutnya dilakukan implementasi model terbaik yang telah didapatkan kedalam peramalan. Tools yang digunakan adalah Matlab dengan fitur command ‘anfisedit’ yang telah disediakan.

Dalam proses implementasi metode ANFIS ini dilakukan tiga tahapan yang dilakukan, yaitu :

#### **a. Tahap 1**

Struktur ANFIS dibangun dengan data training, data testing, dan data checking yang telah dipersiapkan sebelumnya. Data-data ini berperan sebagai data pembangun model

#### **b. Tahap 2**

Selanjutnya di tahap kedua dilakukan uji coba model. Uji coba model dilakukan dengan mengubah parameter-parameternya sampai mendapatkan hasil yang baik. Dalam hal ini Mean Squared Error (MSE) dipertimbangkan untuk mendapatkan model terbaik yang nantinya digunakan untuk peramalan.

#### **c. Tahap 3**

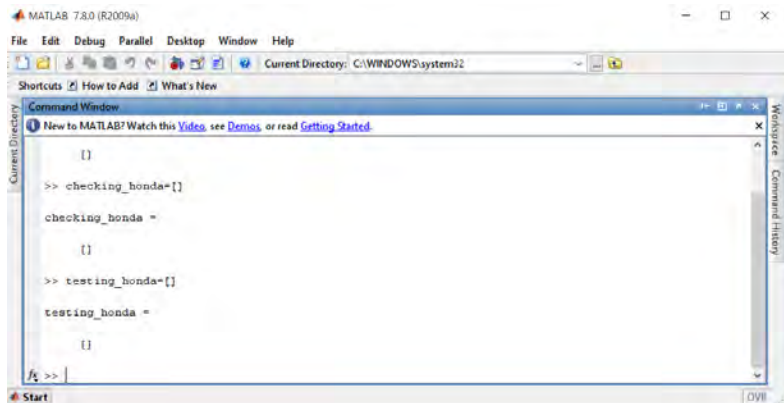
Selanjutnya di tahap ketiga dilakukan validasi model. Validasi model dilakukan dengan cara melihat nilai MAPE dari model yang

telah dibangun dengan membandingkan data aktual dan data forecast hasil output dari model ANFIS.

### 5.2.1 Input Data Awal

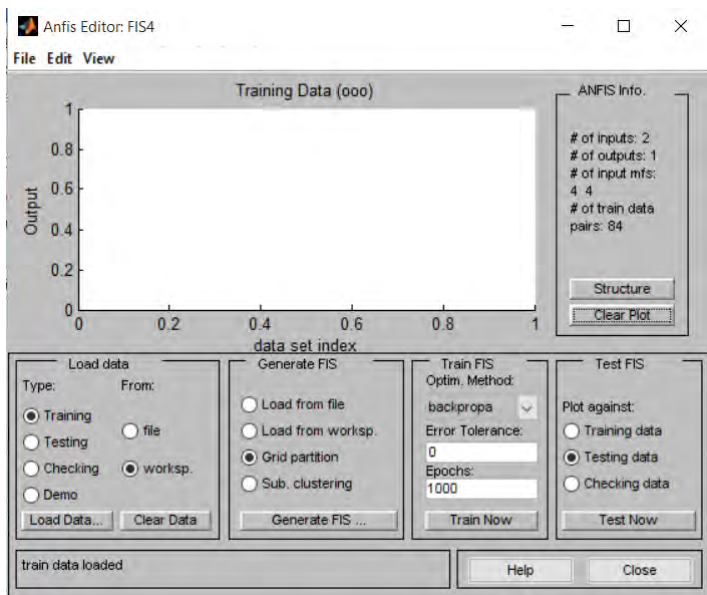
Proses pertama dalam pembangunan pemodelan struktur ANFIS adalah dengan menginputkan data pembangun menggunakan Matlab. Data yang perlu dimasukkan ke dalam GUI anfisedit adalah data latih (*data training*), data uji (*data testing*) dan data pengecekan (*data checking*). Langkah-langkahnya sebagai berikut :

- Ketika membuka jendela kerja Matlab pertama-tama membuat variable untuk *data training*, *data checking* , *data testing* dan data validasi (test). Masing-masing variable diisi dengan data yang sudah dibagi sebelumnya di Microsoft Excel. **Error! Reference source not found.**



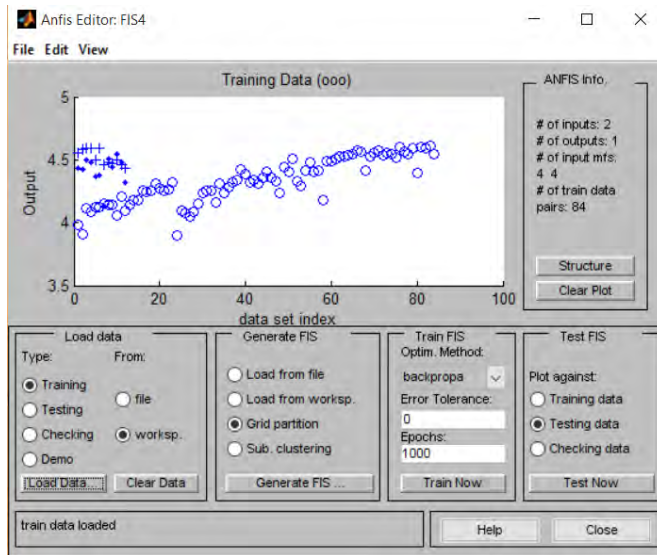
Gambar 5.1 Workspace Area Matlab

- Lalu mengetikkan command anfisedit pada command window untuk memulai plotting ANFIS kedalam *Fuzzy Toolbox* **Error! Reference source not found.**



Gambar 5.2 GUI Fuzzy Toolbox

- Kemudian melakukan **Load Data** pada workspace yang telah dibuat tadi lalu melakukan plotting terhadap data pembangun model **Error! Reference source not found.**

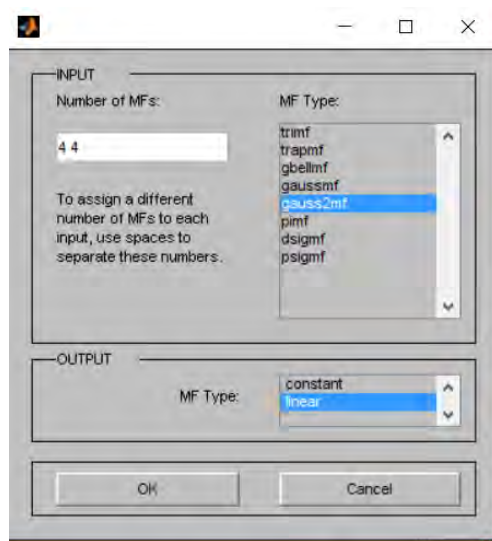


Gambar 5.3 Plotting data pembangunan model ANFIS

### 5.2.2 Penentuan Parameter ANFIS

Setelah melakukan input data yang dibutuhkan dalam pelatihan dan pengujian model ANFIS, langkah selanjutnya adalah menentukan parameter-parameter yang akan digunakan dalam pembangunan struktur ANFIS. Pada GUI Fuzzy Toolbox klik **Generate FIS** untuk mengubah parameter-parameter struktur ANFIS.

Dalam tugas akhir ini, parameter yang tetap adalah **Grid Partition**, dan output **Constant**. Parameter yang diubah adalah jumlah **Input MF** dan **type MF** Error! Reference source not found.

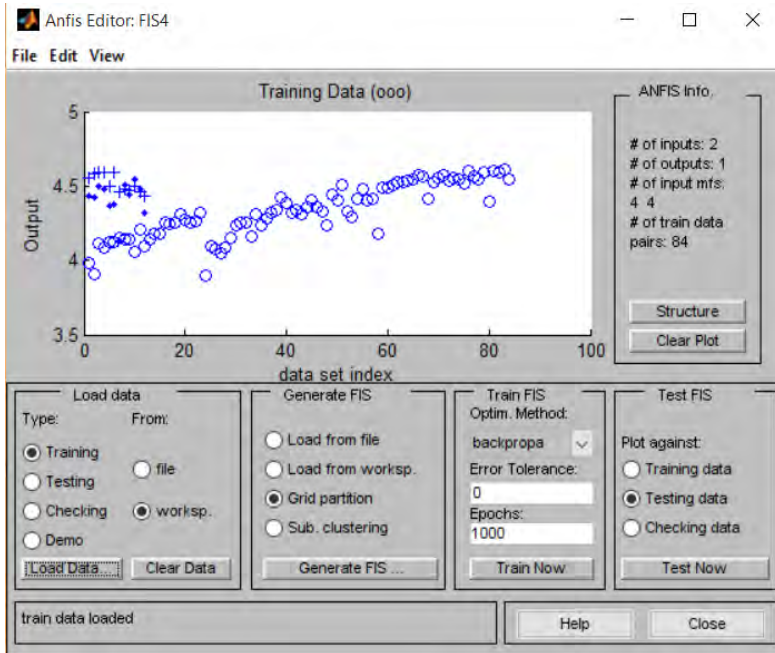


**Gambar 5.4 Penentuan Parameter ANFIS**

### **5.2.3 Menentukan Error Tolerance dan iterasi (Epoch)**

Selanjutnya mengatur nilai toleransi kesalahan pelatihan (*Error Tolerance*) dan jumlah iterasi percobaan (*Epoch*). Pengaturan *Error Tolerance* bertujuan untuk memberi batasan nilai error tertentu pada saat proses pembangunan model ANFIS. Ketika nilai error dari proses pembangunan telah mencapai *Error Tolerance* maka proses pembangunan dihentikan. Begitu juga dengan iterasi, pengaturannya bertujuan untuk mengatur jumlah perulangan proses latihan data. Jumlah iterasi bisa dimulai dari 1 hingga tak terhingga. Namun, semakin banyak jumlah iterasi maka semakin memakan waktu untuk penyelesaian model yang dibangun.

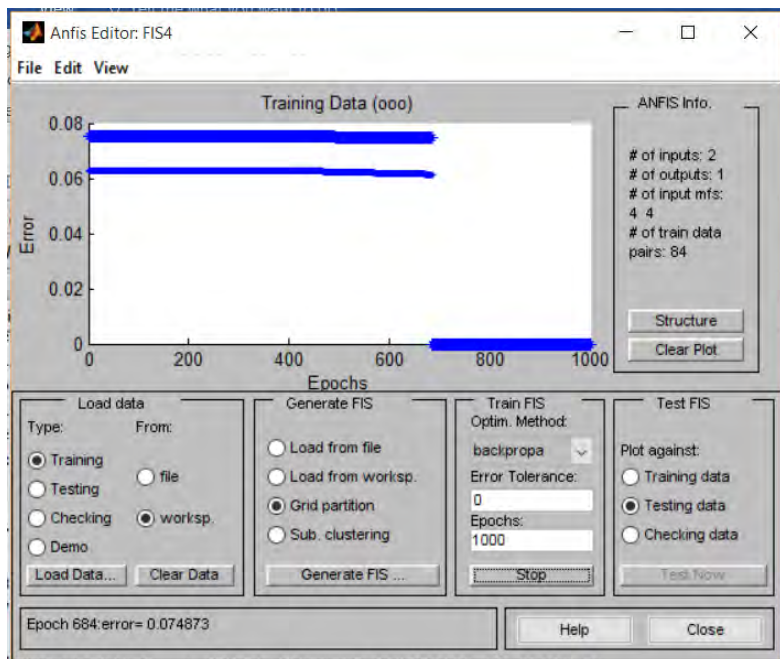
Pada tugas akhir ini, nilai Error Tolerance dan Epoch bersifat tetap. Yaitu 0 untuk nilai Error Tolerance, dan 1000 untuk Epoch. **Error! Reference source not found.**



Gambar 5.5 Menentukan Error Tolerance dan Epoch

### 5.2.4 Proses Uji Coba Model

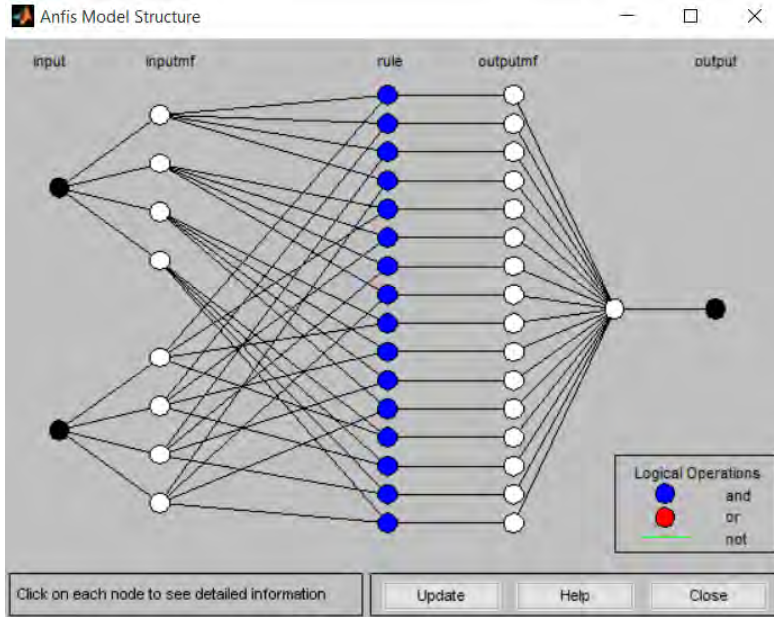
Setelah melakukan proses training atau pelatihan model ANFIS, selanjutnya adalah melakukan testing atau uji coba model. Pada proses ini akan didapatkan hasil output dari model ANFIS, nantinya hasil output akan dibandingkan dengan data aktual dan dilihat nilai rata-rata errornya (MAPE). Semakin baik model maka semakin kecil nilai errornya dan tidak ada nilai minus di plot data output model. Untuk melakukannya, klik **Test FIS** lalu pilih **Testing Data** lalu **Test Now** untuk memulai uji coba model. **Error! Reference source not found.**



Gambar 5.6 Salah satu model yang diujicobakan

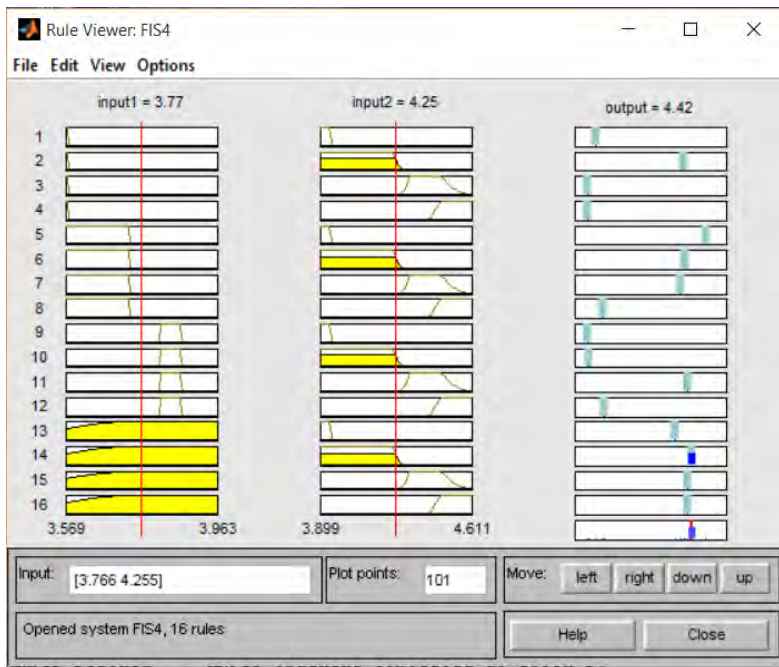
Juga, dalam hasil output kita bisa melihat struktur simpul dari model ANFIS, caranya adalah klik **Structure**. **Error! Reference source not found.**





**Gambar 5.7 Struktur salah satu model ANFIS**

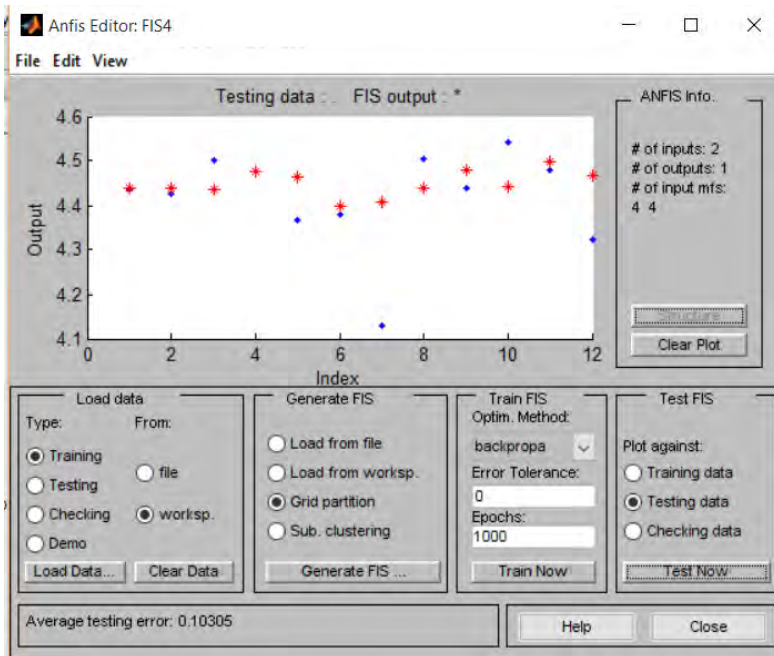
Selain struktur, kita juga bisa melihat hasil output dari aturan ANFIS yang telah kita buat dari proses penentuan parameter-parameter di tahap sebelumnya. Caranya yaitu klik **View** lalu **Rules** Error! Reference source not found.



Gambar 5.8 Rules dari pembangunan salah satu model ANFIS

### 5.2.5 Pengambilan Hasil Output model ANFIS

Setelah mendapatkan model ANFIS dari proses testing, selanjutnya adalah mengambil hasil output dari ANFIS dan membandingkannya dengan data aktual, cara untuk mengambil output dari hasil model ANFIS adalah dengan cara mengexport hasil testing ke workspace, caranya dengan mengklik **File** lalu **Export to Workspace**. Dalam tugas akhir ini, setiap hasil output dari pemodelan anfis diberi label variable “Skenario”. **Error! Reference source not found.**



Gambar 5.9 Salah satu hasil output model ANFIS

Lalu, kembali ke command window, untuk mendapatkan output dari hasil variable test yang telah kita buat sebelumnya pada saat memasukan data di awal, kita mengetikkan command **output=evalfis(input, fismat)**. Input adalah matriks variabel test yang telah kita buat sebelumnya. Fismat adalah hasil testing pemodelan yang telah kita export sebelumnya. (Dalam tugas akhir ini diberi label 'Skenario'). Jika sudah tekan Enter maka hasil output akan didapatkan.

```
>> output= evalfis(test,Skenario1)

output =

    60.7966
   103.4927
    73.8548
    62.4616
    63.1800
    59.6915
    51.2957
    63.4377
    86.7043
    61.8953
    45.5526
    65.8185
```

**Gambar 5.10** Mengexport hasil output ke Workspace

Halaman ini sengaja dikosongkan

## BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dijelaskan hasil dari perancangan dan implementasi yang telah disusun dalam tugas akhir ini. Bagian ini menjelaskan lingkungan uji coba, hasil *pra-processing* dari data, hasil dari setiap tahapan pembentukan model, hingga hasil peramalan.

### 6.1. Lingkungan Uji Coba

Lingkungan uji coba merupakan perangkat yang digunakan dalam melakukan percobaan untuk pencarian model terbaik pada tugas akhir ini. Lingkungan uji coba terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan memiliki rincian seperti pada **Error! Reference source not found.**:

**Tabel 6.1 Perangkat keras yang digunakan**

Perangkat Keras	Spesifikasi
Jenis	Personal Computer
Processor	Intel Core i7 4700HQ
RAM	16048 MB
Hard Disk Drive	1 TB

Selain itu juga, terdapat lingkungan perangkat lunak yang digunakan dalam uji coba model. Perangkat lunak yang digunakan tertera pada **Error! Reference source not found.**

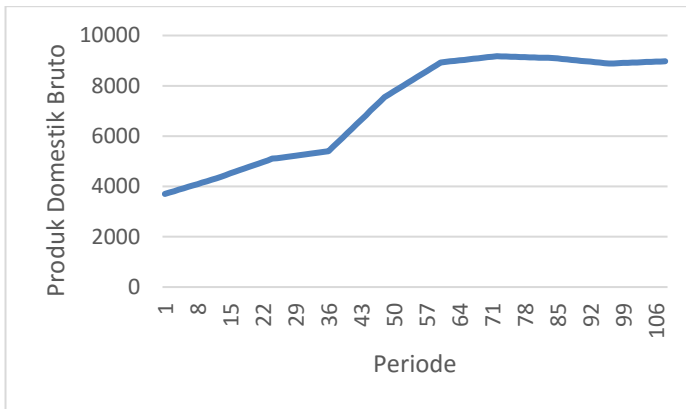
**Tabel 6.2 Perangkat lunak yang digunakan**

Perangkat Lunak	Fungsi
Windows 10	Sistem operasi
Matlab 2009	membentuk model, melakukan pelatihan dan pengujian model
Microsoft Excel 2013	Mengelola data, merangkum data

## 6.2. Hasil Interpolasi dan Ekstrapolasi

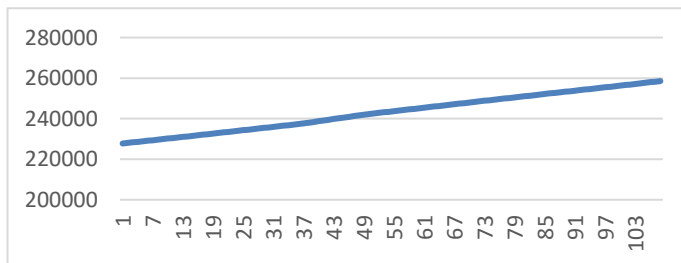
Interpolasi digunakan untuk mengisi data bulanan dari data penduduk tahunan yang tersedia. Data yang telah dilakukan interpolasi menghasilkan data yang terakumulasi dari periode sebelumnya.

hasil dari interpolasi yang dilakukan untuk setiap tahun menjadi bentuk bulanan.



**Gambar 6.1 Produk Domestik Bruto Indonesia 2007-2015 (Dalam Miliar USD)**

Sebelumnya data PDB Indonesia hanya tersedia dalam bentuk tahunan kemudian diolah sedemikian rupa sehingga data menjadi bulanan.



**Gambar 6.2 Interpolasi Produk Domestik Bruto Dalam Juta Orang**

Sebelumnya data PDB Indonesia hanya tersedia dalam bentuk tahunan kemudian diolah sedemikian rupa sehingga data menjadi bulanan.

### 6.3. Implementasi ANFIS

#### 6.3.1. Implementasi pada Toyota

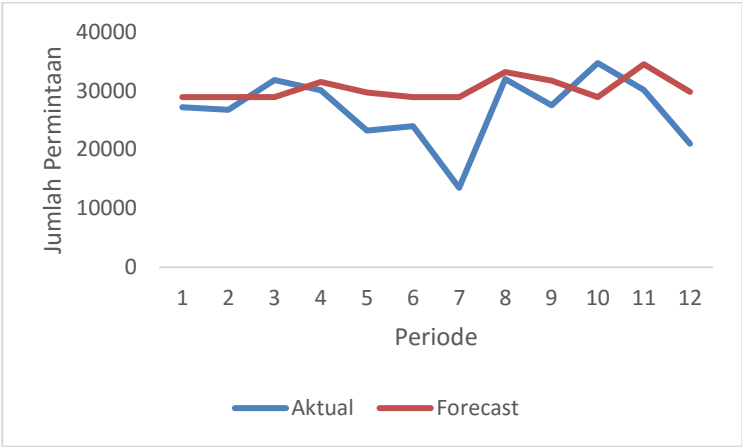
**Tabel 6.3 Hasil ANFIS Toyota**

Skenario	Rata-rata Error	MAPE
1	16298,33333	66
2	30372,75	118
3	11179,16667	50
4	4951,75	24
5	5509	26
6	5042	25

Setelah melakukan implementasi menggunakan anfis didapatkan hasil terbaik dengan menggunakan Skenario yaitu dengan 2 buah input 4 MF dan parameter gbellmf. Selain ini bila dilihat terdapat beberapa scenario lain yang juga cukup baik seperti pada scenario 4 dan scenario 5 dimana memiliki nilai MAPE dan rata-rata error yang cukup dekat apabila dibandingkan dengan hasil terbaik.

Grafik pada **Error! Reference source not found.** merupakan perbandingan antara data aktual serta hasil peramalan dari scenario 2 dari Anfis





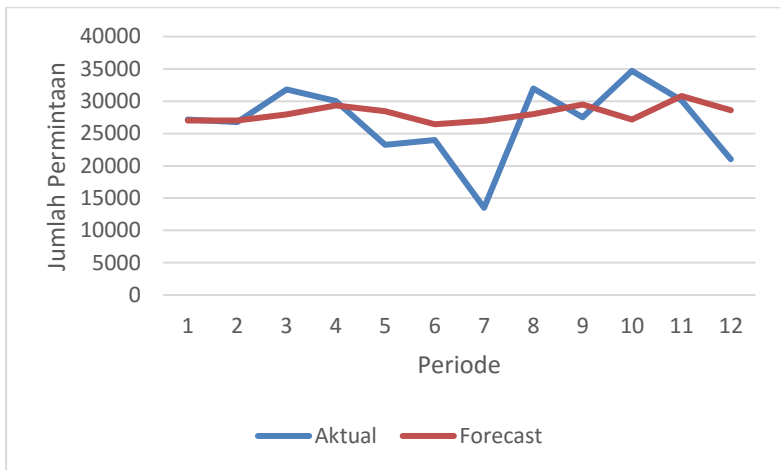
Gambar 6.3 Perbandingan antaran data aktual serta hasil forecast Skenario 2

Setelah mendapatkan hasil terbaik dari pengujian dari beberapa scenario menggunakan data mentah penelitian ini juga melakukan uji terhadap model scenario terbaik dengan melakukan modifikasi pada data dengan menggunakan normalisasi pada data yang digunakan merupakan hasil dari scenario 6 dengan data yang telah dilakukan normalisasi. Didapatkan hasil baru seperti pada **Error! Reference source not found.**

Tabel 6.4 Perbandingan antaran data aktual serta hasil forecast dengan normalisasi

Skenario	Rata-rata Error	MAPE
1	10998	47%
2	14544	68%
3	Tidak dapat dilakukan	-
4	6306	29%
5	4809	22%
6	3983	19%

Gambar 6.4 Merupakan Grafik Perbandingan antara data aktual dengan hasil output dari scenario 2 dengan melakukan normalisasi data.



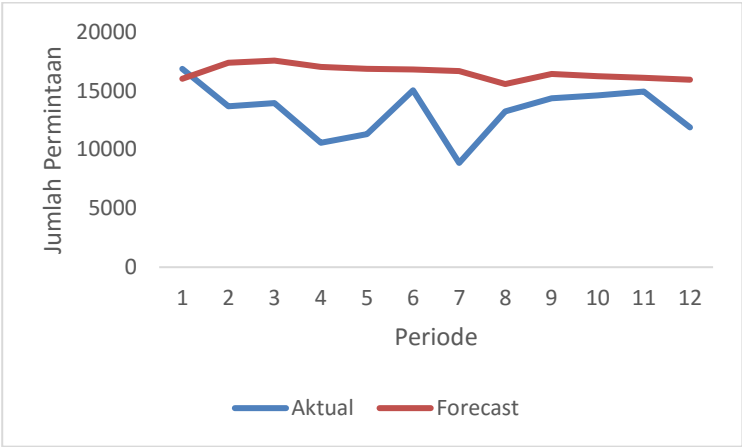
**Gambar 6.4** Perbandingan antaran data aktual serta hasil forecast Skenario 2 dengan data normalisasi

### 6.3.2. Implementasi pada Honda

**Tabel 6.5** Hasil ANFIS Honda

Skenario	Rata-rata Error	MAPE
1	9627	73%
2	3414	29%
3	3469	29%
4	43564	318%
5	23174	175%
6	4418	36%

Setelah melakukan implementasi menggunakan anfis didapatkan hasil terbaik dengan menggunakan Skenario 2 yaitu dengan 4 buah input 3 MF dan parameter gbellmf. Gambar 6.5 merupakan grafik perbandingan antara data aktual serta hasil peramalan terbaik dari Anfis



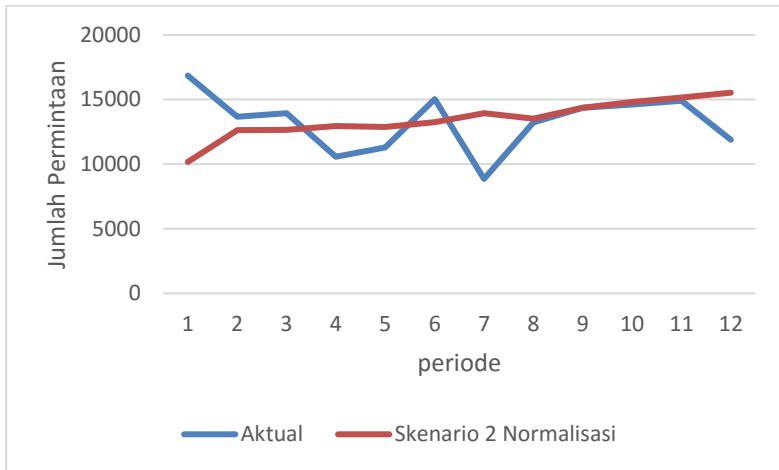
**Gambar 6.5** Perbandingan antaran data aktual Honda dengan hasil forecast

Setelah mendapatkan hasil terbaik dari pengujian dari beberapa scenario menggunakan data mentah penelitian ini juga melakukan uji terhadap model scenario terbaik dengan melakukan modifikasi pada data dengan menggunakan normalisasi pada data yang digunakan. Tabel 6.6 merupakan hasil dari scenario 2 dengan data yang telah dilakukan normalisasi.

**Tabel 6.6** Tabel Hasil Skenario 2 dengan data normalisasi

Skenario	Rata-rata Error	MAPE
1	8627	63%
2	2021	17%
3	2669	24%
4	38564	288%
5	27174	193%
6	4118	34%

Merupakan Grafik Perbandingan antara data aktual dengan hasil output dari scenario 2 dengan melakukan normalisasi data.



**Gambar 6.6** Perbandingan antaran data aktual serta hasil forecast Skenario 6 dengan data normalisasi

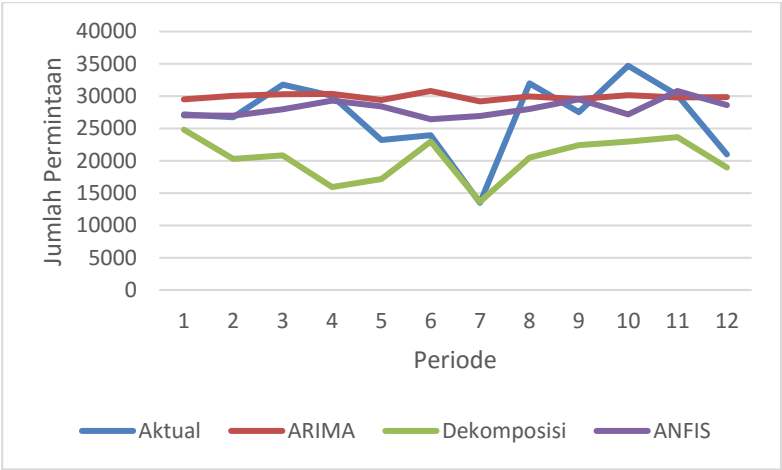
## 6.4. Analisa Hasil

Dari model yang telah didapat kemudian dilakukan perbandingan dengan beberapa metode lain seperti ARIMA dan Dekomposisi.

**Tabel 6.7** Tabel Komparasi Model Toyota

Metode Toyota	Average error	MAPE
Arima	4500	22%
Dekomposisi	6492	22%
ANFIS	3983	19%

Dari **Error! Reference source not found.** pada kasus Toyota dapat dilihat bahwa apabila dibandingkan dengan beberapa metode lain yang sering digunakan dalam peramalan permintaan nilai kesalahan pada anfis tidak jauh berbeda namun anfis dari data tersebut dapat dikatakan bahwa menggunakan ANFIS menghasilkan hasil yang sedikit lebih baik apabila dibandingkan dengan Dekomposisi dan ARIMA dengan MAPE sebesar 19%..



Gambar 6.7 Komparasi metode pada Toyota

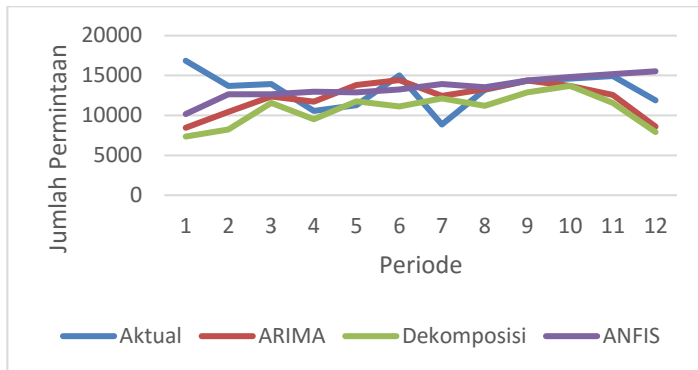
Dari grafik pada gambar **Error! Reference source not found.** dapat dilihat bahwa ANFIS menunjukan hasil yang terbaik.

Tabel 6.8 Tabel Komparasi Model Honda

Honda	Average error	MAPE
Arima	2304,064	17%
Dekomposisi	3140	23%
ANFIS	2021	17%

Apabila dilihat dari **Error! Reference source not found.** dan **Error! Reference source not found.** pada kasus honda dapat dilihat bahwa

apabila dibandingkan dengan beberapa metode lain yang sering digunakan dalam peramalan permintaan nilai kesalahan pada anfis tidak jauh berbeda namun anfis dari data tersebut dapat dikatakan bahwa menggunakan ANFIS menghasilkan hasil yang sedikit lebih baik apabila dibandingkan dengan Dekomposisi dan ARIMA dengan MAPE sebesar 17% dan rata-rata error 2021.



**Gambar 6.8 Komparasi metode pada Honda**

## Lampiran A

### Lampiran Hasil Pengerjaan dengan metode ANFIS

Honda

Skenario	Input	MF	Parameter
1	BBM, GDP, Populasi, Penjualan Bulan Lalu	3	trapmf
2	BBM, GDP, Populasi, Penjualan Bulan Lalu	3	gbellmf
3	BBM, GDP, Populasi, Penjualan Bulan Lalu	4	gbellmf
4	BBM, GDP, Populasi, Penjualan Bulan Lalu	4	trapmf
5	BBM, Populasi, Penjualan Bulan Lalu	3	trapmf
6	BBM, Populasi, Penjualan Bulan Lalu	3	Gbellmf

Skenario 1		
Forecast	Error	PE
8.182	8673,2	0,514577
2.985	10696,7	0,781808
2.985	10965,7	0,786015
2.985	7597,7	0,717916
2.985	8315,7	0,735838
2.985	12049,7	0,801443
2.985	5875,7	0,663097
5.696	7530,4	0,569363
2.985	11369,7	0,792038
2.985	11623,7	0,795653
2.985	11934,7	0,799913
2.985	8889,7	0,748606

	Error Rate	MAPE
	9626,883	73%

Skenario2		
Forecast	Error	PE
16.007	848	0,05031148
17.386	3704	0,270720655
17.559	3608	0,258619454
17.032	6449	0,609373524
16.859	5558	0,491814884
16.794	1759	0,116993681
16.660	7799	0,880148967
15.565	2339	0,176848631
16.410	2055	0,143155695
16.237	1628	0,111438155
16.100	1180	0,079088472
15.920	4045	0,340631579
	Error Rate	MAPE
	3414,333	29%



Skenario3		
Forecast	Error	PE
74.361	57506	3,411807
16.723	3041	0,222263
19.316	5365	0,38456
17.145	6562	0,620051
16.739	5438	0,481196
16.058	1023	0,068041
14.384	5523	0,623293
15.001	1775	0,134205
13.450	905	0,063044
12.133	2476	0,169485
10.999	3921	0,262802
9744	2131	0,179453
	Error Rate	MAPE
	3469,091	29%

Skenario4		
Forecast	Error	PE
76.000	59145	3,509048
-2904	16586	1,21225
-2904	16855	1,208157
-2904	13487	1,274402
-2904	14205	1,256968
-2904	17939	1,193149
-2904	11765	1,327728
74.850	61624	4,659307
91.730	77375	5,390108
91.730	77121	5,279006
91.730	76810	5,148123

91.730	79855	6,724632
	Error Rate	MAPE
	43563,92	318%

Skenario 5		
Forecast	Error	PE
81.820	64965	3,854346
29.857	16175	1,18221
29.857	15906	1,140133
29.857	19274	1,821223
29.857	18556	1,641979
29.857	14822	0,985833
29.857	20996	2,369484
56.955	43729	3,306291
29.857	15502	1,079902
29.857	15248	1,04374
29.857	14937	1,001139
29.857	17982	1,514274
	Error Rate	MAPE
	23174,33	175%

Skenario 6		
Forecast	Error	PE
6395	10460	0,620587363
17.036	3354	0,245139599
17.381	3430	0,245860512
17.117	6534	0,617405273
16.490	5189	0,459162906
17.057	2022	0,134486199
17.302	8441	0,952601287

10.565	2661	0,201194617
17.035	2680	0,186694532
16.850	2241	0,15339859
16.573	1653	0,110790885
16.228	4353	0,366568421
	Error Rate	MAPE
	4418,167	36%

Toyota

Skenario 1		
Forecast	Error	PE
38.238	11072	41%
38.238	11495	43%
38.238	6437	20%
37.056	7003	23%
37.876	14653	63%
38.238	14271	60%
38.238	24743	183%
-38.562	70553	221%
36.967	9439	34%
38.238	3533	10%
35.695	5549	18%
37.832	16832	80%
	Average Error	MAPE
	16298	66%

Skenario 2		
Forecast	Error	PE
53.546	26380	97%
53.129	26386	99%

52.466	20665	65%
45.411	15358	51%
49.898	26675	115%
43.059	19092	80%
45.221	31726	235%
-98.393	130384	408%
44.519	16991	62%
50.511	15806	46%
37.789	7643	25%
48.367	27367	130%
	Average Error	MAPE
	30373	118%
Skenario 3		
Forecast	Error	PE
39.111	11945	44%
39.111	12368	46%
39.111	7310	23%
39.111	9058	30%
39.111	15888	68%
41.505	17538	73%
40.968	27473	204%
22.100	9891	31%
24.350	3178	12%
24.350	10355	30%
24.350	5796	19%
24.350	3350	16%
	Average Error	MAPE
	11179	50%

Skenario 4		
Forecast	Error	PE
28.911	1745	6%
28.911	2168	8%
28.911	2890	9%
31.506	1453	5%
29.707	6484	28%
28.911	4944	21%
28.911	15416	114%
33.195	1204	4%
31.701	4173	15%
28.911	5794	17%
34.493	4347	14%
29.803	8803	42%
	Average Error	MAPE
	4952	24%

Skenario 5		
Forecast	Error	PE
29.669	2503	9%
29.771	3028	11%
29.814	1987	6%
31.666	1613	5%
30.833	7610	33%
30.254	6287	26%
30.298	16803	125%
35.812	3821	12%
32.096	4568	17%
30.643	4062	12%

33.469	3323	11%
31.503	10503	50%
	Average Error	MAPE
	5509	26%

---

Skenario 6		
Forecast	Error	PE
28.973	1807	7%
29.202	2459	9%
29.401	2400	8%
30.491	438	1%
30.251	7028	30%
30.848	6881	29%
30.736	17241	128%
32.137	146	0%
31.629	4101	15%
31.051	3654	11%
33.600	3454	11%
31.894	10894	52%
	Average Error	MAPE
	5042	25%

Skenario 7		
Forecast	Error	PE
32.691	5525	20%
32.691	5948	22%
32.691	890	3%
32.691	2638	9%
32.691	9468	41%

29.020	5053	21%
29.843	16348	121%
45.322	13331	42%
32.691	5163	19%
32.691	2014	6%
33.679	3533	12%
32.691	11691	56%
	Average Error	MAPE
	6800	31%





## Lampiran B

### Pengerjaan dengan menggunakan metode Dekomposisi

	Average Error	MAPE
Honda Dekomposisi	3140	23
Toyota Dekomposisi	6492	22

Honda	avg =	5808,938	a =	1383,371
			b =	91,2488

Tahun	Bulan	Demand	t	Yt	S index	Tt	Ft
2007	1	1133	1	1133	0,718569	1576,744	1133
	2	1228	2	1228	0,799329	1536,289	1228

Tahun	Bulan	Demand	t	Yt	S index	Tt	Ft
	3	4279	3	4279	1,111455	3849,907	4279
	4	3605	4	3605	0,90647	3976,968	3605
	5	3670	5	3670	1,109282	3308,446	3670
	6	3448	6	3448	1,041821	3309,589	3448
	7	3912	7	3912	1,12512	3476,963	3912
	8	4125	8	4125	1,029405	4007,169	4125
	9	4537	9	4537	1,174914	3861,56	4537
	10	4966	10	4966	1,239728	4005,719	4966
	11	2027	11	2027	1,038486	1951,88	2027
	12	3070	12	3070	0,705422	4352,007	3070
2008	1	1532	13	1532	0,718569	2132,014	1532
	2	1660	14	1660	0,799329	2076,743	1660
	3	5783	15	5783	1,111455	5203,088	5783
	4	5008	16	5008	0,90647	5524,73	5008
	5	5230	17	5230	1,109282	4714,761	5230
	6	4660	18	4660	1,041821	4472,936	4660

B-2

Tahun	Bulan	Demand	t	Yt	S index	Tt	Ft
	7	5339	19	5339	1,12512	4745,273	5339
	8	5575	20	5575	1,029405	5415,749	5575
	9	6132	21	6132	1,174914	5219,107	6132
	10	6712	22	6712	1,239728	5414,093	6712
	11	2740	23	2740	1,038486	2638,456	2740
	12	2129	24	2129	0,705422	3018,053	2129
2009	1	2039	25	2039	0,718569	2837,582	2039
	2	2597	26	2597	0,799329	3248,977	2597
	3	2353	27	2353	1,111455	2117,044	2353
	4	<u>2814</u>	28	<u>2814</u>	0,90647	3104,351	2814
	5	2821	29	2821	1,109282	2543,086	2821
	6	2630	30	2630	1,041821	2524,425	2630
	7	2859	31	2859	1,12512	2541,063	2859
	8	3409	32	3409	1,029405	3311,621	3409
	9	3960	33	3960	1,174914	3370,46	3960
	10	5354	34	5354	1,239728	4318,691	5354

Tahun	Bulan	Demand	t	Yt	S index	Tt	Ft
	11	4070	35	4070	1,038486	3919,167	4070
	12	2565	36	2565	0,705422	3636,123	2565
2010	1	5750	37	5750	0,718569	8002,01	5750
	2	3755	38	3755	0,799329	4697,692	3755
	3	4431	39	4431	1,111455	3986,665	4431
	4	5179	40	5179	0,90647	5713,374	5179
	5	4754	41	4754	1,109282	4285,655	4754
	6	3339	42	3339	1,041821	3204,964	3339
	7	5965	43	5965	1,12512	5301,658	5965
	8	6127	44	6127	1,029405	5951,981	6127
	9	6025	45	6025	1,174914	5128,036	6025
	10	5970	46	5970	1,239728	4815,574	5970
	11	5750	47	5750	1,038486	5536,907	5750
	12	4291	48	4291	0,705422	6082,887	4291
2011	1	4928	49	4928	0,718569	6858,071	4928
	2	4558	50	4558	0,799329	5702,285	4558

Tahun	Bulan	Demand	t	Yt	S index	Tt	Ft
	3	4193	51	4193	1,111455	3772,531	4193
	4	2056	52	2056	0,90647	2268,14	2056
	5	3673	53	3673	1,109282	3311,151	3673
	6	2165	54	2165	1,041821	2078,091	2165
	7	5234	55	5234	1,12512	4651,949	5234
	8	4600	56	4600	1,029405	4468,6	4600
	9	2191	57	2191	1,174914	1864,818	2191
	10	2907	58	2907	1,239728	2344,87	2907
	11	4024	59	4024	1,038486	3874,872	4024
	12	4887	60	4887	0,705422	6927,772	4887
2012	1	2630	61	2630	0,718569	3660,05	2630
	2	1904	62	1904	0,799329	2381,999	1904
	3	4586	63	4586	1,111455	4126,121	4586
	4	3732	64	3732	0,90647	4117,072	3732
	5	6733	65	6733	1,109282	6069,692	6733
	6	7410	66	7410	1,041821	7112,544	7410

Tahun	Bulan	Demand	t	Yt	S index	Tt	Ft
	7	7486	67	7486	1,12512	6653,514	7486
	8	5040	68	5040	1,029405	4896,032	5040
	9	7828	69	7828	1,174914	6662,617	7828
	10	9178	70	9178	1,239728	7403,239	9178
	11	7653	71	7653	1,038486	7369,382	7653
	12	6117	72	6117	0,705422	8671,41	6117
2013	1	5746	73	5746	0,718569	7996,444	5746
	2	9529	74	9529	0,799329	11921,25	9529
	3	11497	75	11497	1,111455	10344,09	11497
	4	6707	76	6707	0,90647	7399,035	6707
	5	8313	77	8313	1,109282	7494,036	8313
	6	7550	78	7550	1,041821	7246,924	7550
	7	8505	79	8505	1,12512	7559,196	8505
	8	4163	80	4163	1,029405	4044,083	4163
	9	7600	81	7600	1,174914	6468,56	7600
	10	7629	82	7629	1,239728	6153,771	7629

Tahun	Bulan	Demand	t	Yt	S index	Tt	Ft
	11	9578	83	9578	1,038486	9223,042	9578
	12	4676	84	4676	0,705422	6628,66	4676
2014	1	9635	85	9635	0,718569	13408,59	9635
	2	11915	86	11915	0,799329	14906,26	11915
	3	14529	87	14529	1,111455	13072,05	14529
	4	13024	88	13024	0,90647	14367,83	13024
	5	16356	89	16356	1,109282	14744,67	16356
	6	17213	90	17213	1,041821	16522,03	17213
	7	12986	91	12986	1,12512	11541,88	12986
	8	14799	92	14799	1,029405	14376,26	14799
	9	16327	93	16327	1,174914	13896,34	16327
	10	14896	94	14896	1,239728	12015,54	14896
	11	12418	95	12418	1,038486	11957,79	12418
	12	5047	96	5047	0,705422	7154,587	5047
2015	1	16855	97		0,718569	10234,5	7354,202
	2	13682	98		0,799329	10325,75	8253,67

B-7

Tahun	Bulan	Demand	t	Yt	S index	Tt	Ft
	3	13951	99		1,111455	10417	11578,03
	4	10583	100		0,90647	10508,25	9525,409
	5	11301	101		1,109282	10599,5	11757,83
	6	15035	102		1,041821	10690,75	11137,85
	7	8861	103		1,12512	10782	12131,04
	8	13226	104		1,029405	10873,25	11192,98
	9	14355	105		1,174914	10964,49	12882,33
	10	14609	106		1,239728	11055,74	13706,11
	11	14920	107		1,038486	11146,99	11576
	12	11875	108		0,705422	11238,24	7927,698



Tahun	Bulan	Demand	t	Yt	S index	Tt	Ft
2007	1	9.530	1	9.530	0,95759	9952,071	9530
	2	8.057	2	8.057	0,967481	8327,814	8057
	3	12.890	3	12.890	1,031893	12491,61	12890
	4	12.116	4	12.116	1,022725	11846,79	12116
	5	13.182	5	13.182	0,957819	13762,52	13182
	6	13.300	6	13.300	1,059179	12556,9	13300
	7	14298	7	14298	1,056486	13533,54	14298
	8	13.750	8	13.750	0,9141	15042,12	13750
	9	13.731	9	13.731	1,022526	13428,51	13731
	10	11.306	10	11.306	0,990878	11410,09	11306
	11	16.122	11	16.122	1,08393	14873,66	16122
	12	12.395	12	12.395	0,935394	13251,1	12395
2008	1	13745	13	13745	0,994879	13815,75	13745
	2	15168	14	15168	0,996116	15227,14	15168
	3	15.162	15	15.162	1,037294	14616,88	15162

B-9

Tahun	Bulan	Demand	t	Yt	S index	Tt	Ft
	4	17.913	16	17.913	1,014921	17649,65	17913
	5	17522	17	17522	0,948243	18478,38	17522
	6	18144	18	18144	1,068011	16988,58	18144
	7	20.529	19	20.529	1,028808	19954,16	20529
	8	18804	20	18804	0,911433	20631,26	18804
	9	18144	21	18144	1,025703	17689,34	18144
	10	18262	22	18262	1,007692	18122,6	18262
	11	20.839	23	20.839	1,077811	19334,56	20839
	12	7918	24	7918	0,932747	8488,902	7918
2009	1	12498	25	12498	1,057037	11823,61	12498
	2	12032	26	12032	1,050172	11457,17	12032
	3	11162	27	11162	1,097268	10172,54	11162
	4	12105	28	12105	1,055693	11466,4	12105
	5	14202	29	14202	0,981765	14465,78	14202
	6	17030	30	17030	1,115024	15273,21	17030

Tahun	Bulan	Demand	t	Yt	S index	Tt	Ft
	7	17912	31	17912	1,056345	16956,58	17912
	8	18145	32	18145	0,932237	19463,93	18145
	9	14400	33	14400	1,066672	13499,94	14400
	10	20619	34	20619	1,045401	19723,52	20619
	11	17242	35	17242	1,110545	15525,72	17242
	12	19340	36	19340	1,019931	18962,07	19340
2010	1	20798	37	20798	1,148379	18110,74	20798
	2	21753	38	21753	1,143533	19022,63	21753
	3	26222	39	26222	1,204383	21772,14	26222
	4	24381	40	24381	1,149479	21210,48	24381
	5	21024	41	21024	1,048996	20042,02	21024
	6	22006	42	22006	1,18527	18566,24	22006
	7	20326	43	20326	1,110824	18298,13	20326
	8	22638	44	22638	0,96445	23472,44	22638
	9	25322	45	25322	1,14671	22082,31	25322

Tahun	Bulan	Demand	t	Yt	S index	Tt	Ft
	10	22623	46	22623	1,079682	20953,38	22623
	11	21223	47	21223	1,178604	18006,89	21223
	12	17070	48	17070	1,058648	16124,34	17070
2011	1	27619	49	27619	1,208654	22851,04	27619
	2	25532	50	25532	1,19506	21364,62	25532
	3	32275	51	32275	1,23168	26204,04	32275
	4	21128	52	21128	1,18079	17893,11	21128
	5	19554	53	19554	1,087553	17979,81	19554
	6	26175	54	26175	1,243083	21056,51	26175
	7	30149	55	30149	1,167432	25825,06	30149
	8	25207	56	25207	0,972952	25907,75	25207
	9	26076	57	26076	1,169802	22290,95	26076
	10	15195	58	15195	1,111353	13672,52	15195
	11	31109	59	31109	1,241462	25058,35	31109
	12	30655	60	30655	1,131341	27096,16	30655

B-12

Tahun	Bulan	Demand	t	Yt	S index	Tt	Ft
2012	1	32106	61	32106	1,22962	26110,52	32106
	2	33558	62	33558	1,233875	27197,24	33558
	3	33306	63	33306	1,210998	27502,94	33306
	4	34264	64	34264	1,260876	27174,75	34264
	5	34737	65	34737	1,160356	29936,5	34737
	6	37176	66	37176	1,287358	28877,75	37176
	7	36353	67	36353	1,152333	31547,3	36353
	8	25848	68	25848	0,95955	26937,64	25848
	9	33705	69	33705	1,196764	28163,44	33705
	10	35855	70	35855	1,234486	29044,47	35855
	11	36996	71	36996	1,235097	29953,92	36996
	12	34427	72	34427	1,102068	31238,55	34427
2013	1	35923	73	35923	1,20365	29845,05	35923
	2	35318	74	35318	1,189614	29688,63	35318
	3	32726	75	32726	1,162531	28150,64	32726

Tahun	Bulan	Demand	t	Yt	S index	Tt	Ft
	4	39668	76	39668	1,216031	32620,88	39668
	5	36282	77	36282	1,075583	33732,41	36282
	6	35125	78	35125	1,211809	28985,59	35125
	7	39210	79	39210	1,042948	37595,35	39210
	8	24899	80	24899	0,92851	26816,08	24899
	9	40235	81	40235	1,138137	35351,64	40235
	10	39246	82	39246	1,159246	33854,76	39246
	11	40781	83	40781	1,144571	35629,93	40781
	12	34819	84	34819	1,002074	34746,95	34819
2014	1	35888	85	35888	1,073988	33415,65	35888
	2	38632	86	38632	1,065252	36265,59	38632
	3	38960	87	38960	1,077409	36160,84	38960
	4	39327	88	39327	1,0163	38696,24	39327
	5	31649	89	31649	0,874576	36187,81	31649
	6	39107	90	39107	1,102475	35472	39107

Tahun	Bulan	Demand	t	Yt	S index	Tt	Ft
	7	28757	91	28757	0,766003	37541,65	28757
	8	30273	92	30273	0,885755	34177,61	30273
	9	29250	93	29250	0,887914	32942,39	29250
	10	31540	94	31540	0,939716	33563,32	31540
	11	28613	95	28613	0,886448	32278,27	28613
	12	27123	96	27123	0,794103	34155,52	27123
2015	1	27166	97	16855	0,686425	36155,21	24817,85
	2	26743	98	13682	0,557204	36431,03	20299,51
	3	31801	99	13951	0,568159	36706,85	20855,32
	4	30053	100	10583	0,430996	36982,67	15939,38
	5	23223	101	11301	0,460237	37258,49	17147,73
	6	23967	102	15035	0,612305	37534,31	22982,45
	7	13495	103	8861	0,360867	37810,13	13644,43
	8	31991	104	13226	0,538633	38085,95	20514,35
	9	27528	105	14355	0,584612	38361,77	22426,75

Tahun	Bulan	Demand	t	Yt	S index	Tt	Ft
	10	34705	106	14609	0,594956	38637,59	22987,67
	11	30146	107	14920	0,607622	38913,41	23644,63
	12	21000	108	11875	0,483613	39189,22	18952,42

**A.1.**

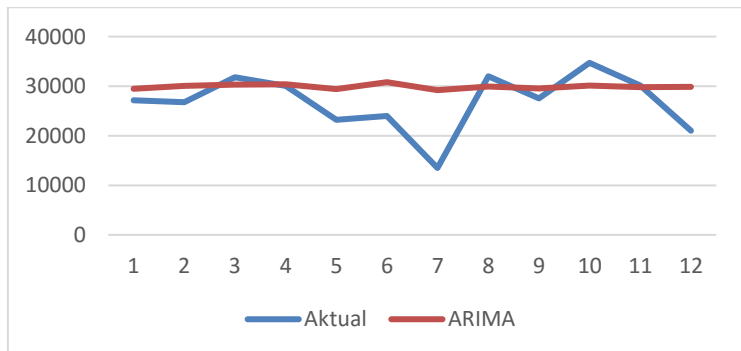


## Lampiran C

### Pengerjaan dengan metode ARIMA

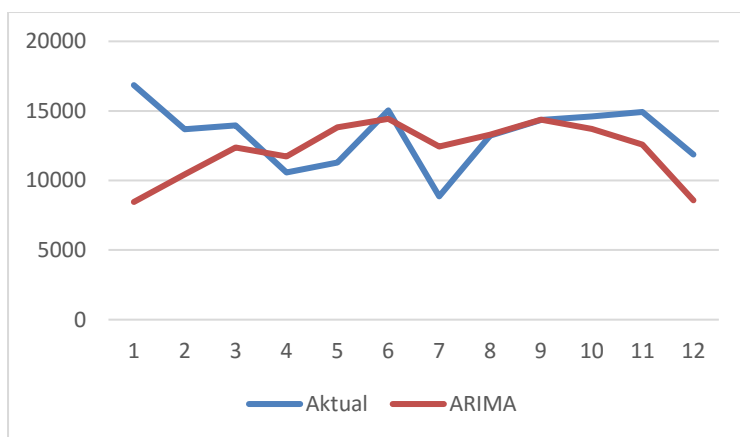
	Average error	MAPE
Toyota	4500,01782	22%

Aktual	ARIMA	Error	PE
27166	29495,24898	2329,248982	9%
26743	30037,10834	3294,108337	12%
31801	30324,61708	1476,382919	5%
30053	30371,61763	318,6176287	1%
23223	29405,70377	6182,703767	27%
23967	30802,65348	6835,653475	29%
13495	29193,5503	15698,5503	116%
31991	29950,26618	2040,733817	6%
27528	29567,85566	2039,855665	7%
34705	30145,85009	4559,149909	13%
30146	29793,86652	352,1334815	1%
21000	29873,07555	8873,075554	42%



	Average	
	Error	MAPE
Honda	2304,064016	18%

Aktual	ARIMA	Error	PE
16855	8457,163268	8397,836732	50%
13682	10447,32066	3234,67934	24%
13951	12379,41077	1571,589228	11%
10583	11725,97423	1142,974227	11%
11301	13813,11291	2512,112911	22%
15035	14431,38189	603,6181146	4%
8861	12438,65525	3577,655246	40%
13226	13299,16299	73,16298936	1%
14355	14365,50791	10,50790954	0%
14609	13714,33864	894,6613586	6%
14920	12582,70291	2337,297092	16%
11875	8582,326956	3292,673044	28%

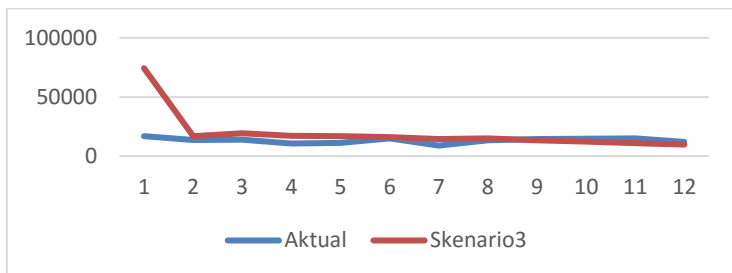
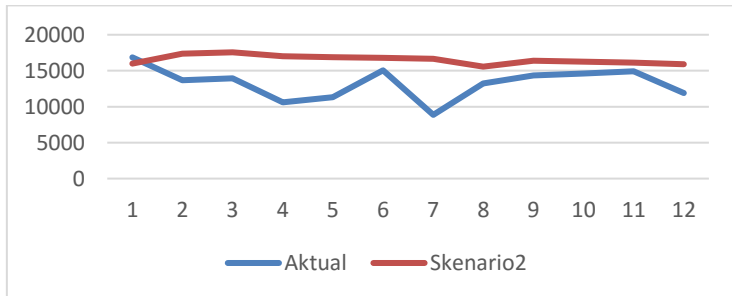
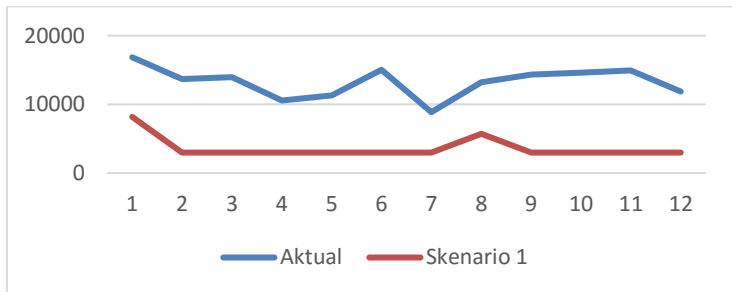


## Lampiran D

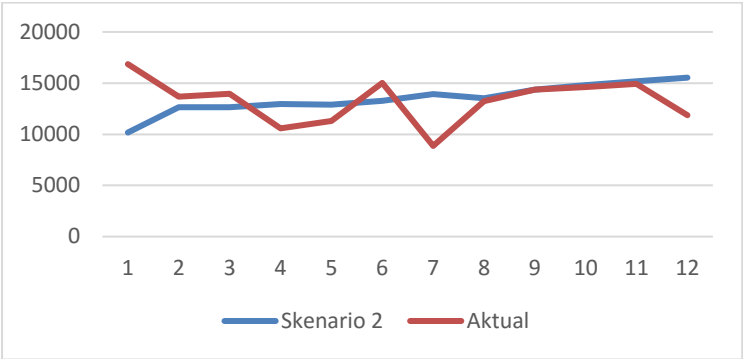
### Grafik Pengjian

#### Honda

Tanpa Normalisasi

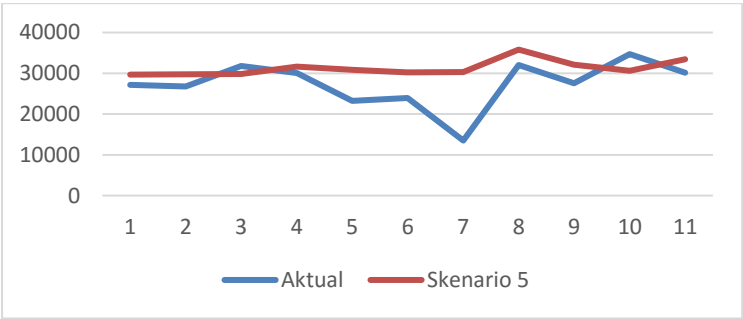
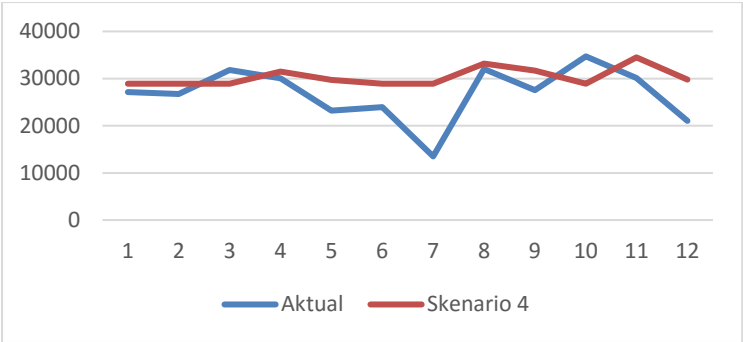


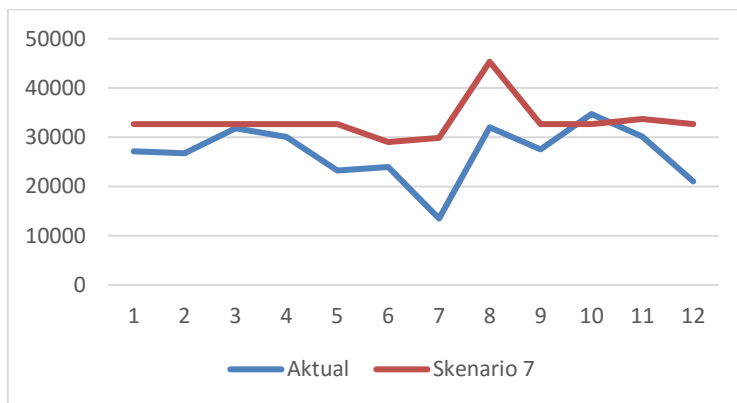
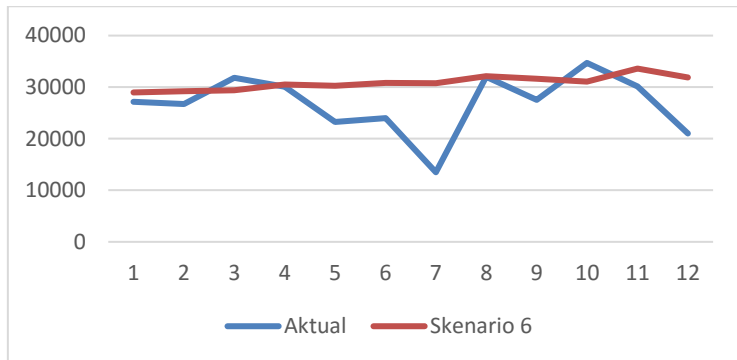
Normalisasi Terbaik



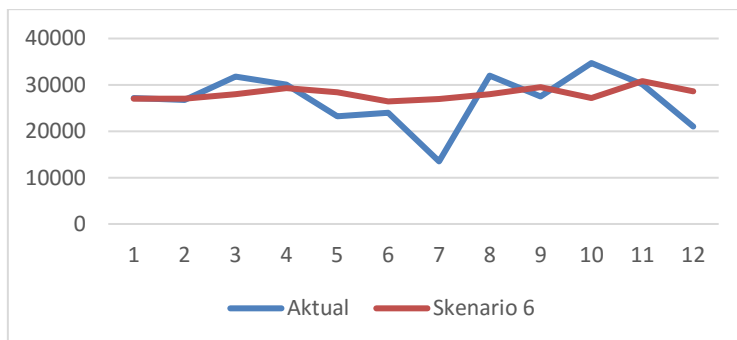
Toyota

Tanpa Normalisasi





Normalsasi terbaik





## Lampiran E

Data yang digunakan dalam penelitian

Data Toyota

Tahun	Bulan	Demand	Google Trend	Harga BBM	Bunga Kredit BI	GDP	CPI	Populasi	Demand Bulan Lalu
2007	1	9.530	65	4500	9.5	3702	6.26	227758	11023
	2	8.057	69	4500	9.25	3758	6.3	228029	9530
	3	12.890	66	4500	9	3815	6.52	228299	8057
	4	12.116	65	4500	9	3871	6.29	228570	12890
	5	13.182	66	4500	8.75	3928	6.01	228841	12116
	6	13.300	64	4500	8.5	3984	5.77	229111	13182
	7	14298	66	4500	-8.25	4040	6.06	229382	13300
	8	13.750	65	4500	8.25	4097	6.51	229653	14298
	9	13.731	61	4500	8.25	4153	6.95	229923	13750

Tahun	Bulan	Demand	Google Trend	Harga BBM	Bunga Kredit BI	GDP	CPI	Populasi	Demand Bulan Lalu
2008	10	11.306	59	4500	8.25	4209	6.88	230194	13731
	11	16.122	61	4500	8.25	4266	6.71	230465	11306
	12	12.395	56	4500	8	4322	6.59	230735	16122
	1	13745	62	4500	8	4387	7.36	231006	12395
	2	15168	62	4500	8	4452	7.4	231281	13745
	3	15.162	63	4500	8	4517	8.17	231555	15168
	4	17.913	63	4500	8	4582	8.96	231830	15162
	5	17522	65	4500	8.25	4647	10.3 8	232104	17913
	6	18144	62	5500	8.5	4712	11.0 3	232379	17522
	7	20.529	61	5500	8.75	4777	11.9	232653	18144
	8	18804	58	5500	9	4842	11.8 5	232928	20529
	9	18144	55	5500	9.25	4907	12.1 4	233202	18804



Tahun	Bulan	Demand	Google Trend	Harga BBM	Bunga Kredit BI	GDP	CPI	Populasi	Demand Bulan Lalu
2009	10	18262	52	5500	9.5	4972	11.7 7	233477	18144
	11	20.839	51	5500	9.5	5037	11.6 8	233751	18262
	12	7918	52	5000	9.25	5102	11.0 6	234026	20839
	1	12498	60	4500	8.75	5127	9.17	234300	7918
	2	12032	57	4500	8.25	5151	8.6	234578	12498
	3	11162	58	4500	7.75	5176	7.92	234857	12032
	4	12105	57	4500	7.5	5200	7.31	235135	11162
	5	14202	57	4500	7.25	5225	6.04	235414	12105
	6	17030	56	4500	7	5249	3.65	235692	14202
	7	17912	60	4500	6.75	5274	2.71	235971	17030
	8	18145	62	4500	6.5	5298	2.75	236249	17912
	9	14400	55	4500	6.5	5322	2.83	236527	18145

Tahun	Bulan	Demand	Google Trend	Harga BBM	Bunga Kredit BI	GDP	CPI	Populasi	Demand Bulan Lalu
2010	10	20619	52	4500	6.5	5347	2.57	236806	14400
	11	17242	51	4500	6.5	5371	2.41	237084	20619
	12	19340	49	4500	6.5	5396	2.78	237363	17242
	1	20798	61	4500	6.5	5575	3.72	237641	19340
	2	21753	65	4500	6.5	5755	3.81	238004	20798
	3	26222	57	4500	6.5	5935	3.43	238366	21753
	4	24381	52	4500	6.5	6114	3.91	238729	26222
	5	21024	50	4500	6.5	6294	4.16	239091	24381
	6	22006	49	4500	6.5	6473	5.05	239454	21024
	7	20326	53	4500	6.5	6653	6.22	239816	22006
	8	22638	54	4500	6.5	6833	6.44	240179	20326
	9	25322	52	4500	6.5	7012	5.8	240541	22638
	10	22623	51	4500	6.5	7192	5.67	240904	25322
	11	21223	50	4500	6.5	7371	6.33	241266	22623

Tahun	Bulan	Demand	Google Trend	Harga BBM	Bunga Kredit BI	GDP	CPI	Populasi	Demand Bulan Lalu
2011	12	17070	51	4500	6.5	7551	6.96	241629	21223
	1	27619	53	4500	6.5	7666	7.02	241991	17070
	2	25532	53	4500	6.75	7781	6.84	242277	27619
	3	32275	53	4500	6.75	7896	6.65	242563	25532
	4	21128	51	4500	6.75	8011	6.16	242850	32275
	5	19554	49	4500	6.75	8125	5.98	243136	21128
	6	26175	50	4500	6.75	8240	5.54	243422	19554
	7	30149	51	4500	6.75	8355	4.61	243708	26175
	8	25207	51	4500	6.75	8470	4.79	243994	30149
	9	26076	52	4500	6.75	8585	4.61	244280	25207
	10	15195	51	4500	6.5	8700	4.42	244567	26076
	11	31109	51	4500	6	8815	4.15	244853	15195
2012	12	30655	49	4500	6	8930	3.79	245139	31109
	1	32106	51	4500	6	8950	3.65	245425	30655

Tahun	Bulan	Demand	Google Trend	Harga BBM	Bunga Kredit BI	GDP	CPI	Populasi	Demand Bulan Lalu
2013	2	33558	52	4500	5.75	8971	3.56	245708	32106
	3	33306	52	4500	5.75	8992	3.97	245991	33558
	4	34264	50	4500	5.75	9013	4.5	246273	33306
	5	34737	49	4500	5.75	9033	4.45	246556	34264
	6	37176	51	4500	5.75	9054	4.53	246839	34737
	7	36353	53	4500	5.75	9075	4.56	247122	37176
	8	25848	54	4500	5.75	9096	4.58	247404	36353
	9	33705	54	4500	5.75	9116	4.31	247687	25848
	10	35855	51	4500	5.75	9137	4.61	247970	33705
	11	36996	48	4500	5.75	9158	4.32	248253	35855
	12	34427	48	4500	5.75	9179	4.3	248535	36996
	1	35923	51	4500	5.75	9173	4.57	248818	34427
2013	2	35318	52	4500	5.75	9166	5.31	249097	35923
	3	32726	52	4500	5.75	9160	5.9	249376	35318

Tahun	Bulan	Demand	Google Trend	Harga BBM	Bunga Kredit BI	GDP	CPI	Populasi	Demand Bulan Lalu
2014	4	39668	51	4500	5.75	9154	5.57	249655	32726
	5	36282	50	4500	5.75	9148	5.47	249934	39668
	6	35125	52	6500	6	9142	5.9	250213	36282
	7	39210	54	6500	6.5	9136	8.61	250492	35125
	8	24899	54	6500	6.5	9129	8.79	250770	39210
	9	40235	52	6500	7	9123	8.4	251049	24899
	10	39246	51	6500	7.25	9117	8.32	251328	40235
	11	40781	50	6500	7.25	9111	8.37	251607	39246
	12	34819	49	6500	7.5	9105	8.38	251886	40781
	1	35888	54	6500	7.5	9087	8.22	252165	34819
	2	38632	54	6500	7.5	9068	7.75	252440	35888
	3	38960	53	6500	7.5	9050	7.32	252715	38632
	4	39327	55	6500	7.5	9032	7.25	252989	38960
	5	31649	52	6500	7.5	9013	7.32	253264	39327

Tahun	Bulan	Demand	Google Trend	Harga BBM	Bunga Kredit BI	GDP	CPI	Populasi	Demand Bulan Lalu
2015	6	39107	51	6500	7.5	8995	6.7	253539	31649
	7	28757	55	6500	7.5	8977	4.53	253814	39107
	8	30273	56	6500	7.5	8959	3.99	254088	28757
	9	29250	53	6500	7.5	8940	4.53	254363	30273
	10	31540	53	6500	7.5	8922	4.83	254638	29250
	11	28613	53	8500	7.5	8904	6.23	254913	31540
	12	27123	50	8500	7.5	8885	8.36	255187	28613
	1	27166	54	7600	7.75	8893	6.96	255462	27123
	2	26743	54	6700	7.75	8901	6.29	255740	27166
	3	31801	55	6800	7.75	8908	6.38	256019	26743
	4	30053	55	7300	7.5	8916	6.79	256297	31801
	5	23223	55	7300	7.5	8924	7.15	256575	30053
	6	23967	55	7300	7.5	8931	7.26	256854	23223
	7	13495	58	7300	7.5	8939	7.26	257132	23967

Tahun	Bulan	Demand	Google Trend	Harga BBM	Bunga Kredit BI	GDP	CPI	Populasi	Demand Bulan Lalu
	8	31991	58	7300	7.5	8946	7.18	257410	13495
	9	27528	55	7300	7.5	8954	6.83	257689	31991
	10	34705	57	7300	7.5	8962	6.25	257967	27528
	11	30146	55	7300	7.5	8969	4.89	258245	34705
	12	21000	54	7300	7.5	8977	3.35	258524	30146





## Lampiran F

Data yang digunakan dalam penelitian

Data Honda

Tahun	<u>Bulan</u>	<u>Demand</u>	Google Trend	Harga BBM	Bunga Kredit BI	GDP	CPI	Populasi	Demand Bulan Lalu
2007	1	1133	76	4500	9.5	3702	6.2 6	227758	3312
	2	1228	80	4500	9.25	3758	6.3	228029	1133
	3	4279	88	4500	9	3815	6.5 2	228299	1228
	4	3605	91	4500	9	3871	6.2 9	228570	4279
	5	3670	92	4500	8.75	3928	6.0 1	228841	3605
	6	3448	89	4500	8.5	3984	5.7 7	229111	3670

2008	7	3912	89	4500	8.25	4040	6.0 6	229382	3448
	8	4125	87	4500	8.25	4097	6.5 1	229653	3912
	9	4537	85	4500	8.25	4153	6.9 5	229923	4125
	10	4966	79	4500	8.25	4209	6.8 8	230194	4537
	11	2027	75	4500	8.25	4266	6.7 1	230465	4966
	12	3070	71	4500	8	4322	6.5 9	230735	2027
	1	1532	73	4500	8	4387	7.3 6	231006	3070
	2	1660	77	4500	8	4452	7.4	231281	1532
	3	5783	83	4500	8	4517	8.1 7	231555	1660
	4	5008	92	4500	8	4582	8.9 6	231830	5783

	5	5230	96	4500	8.25	4647	10. 38	232104	5008
	6	4660	93	5500	8.5	4712	11. 03	232379	5230
	7	5339	92	5500	8.75	4777	11. 9	232653	4660
	8	5575	84	5500	9	4842	11. 85	232928	5339
	9	6132	80	5500	9.25	4907	12. 14	233202	5575
	10	6712	73	5500	9.5	4972	11. 77	233477	6132
	11	2740	66	5500	9.5	5037	11. 68	233751	6712
	12	2129	66	5000	9.25	5102	11. 06	234026	2740
2009	1	2039	70	4500	8.75	5127	9.1 7	234300	2129
	2	2597	70	4500	8.25	5151	8.6	234578	2039

3	2353	79	4500	7.75	5176	7.9 2	234857	2597
4	<u>2814</u>	82	4500	7.5	5200	7.3 1	235135	2353
5	2821	79	4500	7.25	5225	6.0 4	235414	<u>2814</u>
6	2630	78	4500	7	5249	3.6 5	235692	2821
7	2859	80	4500	6.75	5274	2.7 1	235971	2630
8	3409	77	4500	6.5	5298	2.7 5	236249	2859
9	3960	71	4500	6.5	5322	2.8 3	236527	3409
10	5354	65	4500	6.5	5347	2.5 7	236806	3960
11	4070	60	4500	6.5	5371	2.4 1	237084	5354
12	2565	56	4500	6.5	5396	2.7 8	237363	4070

2010	1	5750	65	4500	6.5	5575	3.7 2	237641	2565
	2	3755	68	4500	6.5	5755	3.8 1	238004	5750
	3	4431	72	4500	6.5	5935	3.4 3	238366	3755
	4	5179	72	4500	6.5	6114	3.9 1	238729	4431
	5	4754	69	4500	6.5	6294	4.1 6	239091	5179
	6	3339	70	4500	6.5	6473	5.0 5	239454	4754
	7	5965	74	4500	6.5	6653	6.2 2	239816	3339
	8	6127	73	4500	6.5	6833	6.4 4	240179	5965
	9	6025	68	4500	6.5	7012	5.8	240541	6127
	10	5970	64	4500	6.5	7192	5.6 7	240904	6025

2011	11	5750	60	4500	6.5	7371	6.3 3	241266	5970
	12	4291	62	4500	6.5	7551	6.9 6	241629	5750
	1	4928	63	4500	6.5	7666	7.0 2	241991	4291
	2	4558	68	4500	6.75	7781	6.8 4	242277	4928
	3	4193	76	4500	6.75	7896	6.6 5	242563	4558
	4	2056	75	4500	6.75	8011	6.1 6	242850	4193
	5	3673	71	4500	6.75	8125	5.9 8	243136	2056
	6	2165	70	4500	6.75	8240	5.5 4	243422	3673
	7	5234	71	4500	6.75	8355	4.6 1	243708	2165
	8	4600	71	4500	6.75	8470	4.7 9	243994	5234

2012	9	2191	70	4500	6.75	8585	4.6 1	244280	4600
	10	2907	64	4500	6.5	8700	4.4 2	244567	2191
	11	4024	60	4500	6	8815	4.1 5	244853	2907
	12	4887	61	4500	6	8930	3.7 9	245139	4024
	1	2630	63	4500	6	8950	3.6 5	245425	4887
	2	1904	68	4500	5.75	8971	3.5 6	245708	2630
	3	4586	72	4500	5.75	8992	3.9 7	245991	1904
	4	3732	68	4500	5.75	9013	4.5 4.4	246273	4586
	5	6733	71	4500	5.75	9033	5	246556	3732
	6	7410	69	4500	5.75	9054	4.5 3	246839	6733

2013	7	7486	73	4500	5.75	9075	4.5 6	247122	7410
	8	5040	72	4500	5.75	9096	4.5 8	247404	7486
	9	7828	70	4500	5.75	9116	4.3 1	247687	5040
	10	9178	65	4500	5.75	9137	4.6 1	247970	7828
	11	7653	60	4500	5.75	9158	4.3 2	248253	9178
	12	6117	59	4500	5.75	9179	4.3	248535	7653
	1	5746	63	4500	5.75	9173	4.5 7	248818	6117
	2	9529	65	4500	5.75	9166	5.3 1	249097	5746
	3	11497	67	4500	5.75	9160	5.9	249376	9529
	4	6707	73	4500	5.75	9154	5.5 7	249655	11497
	5	8313	69	4500	5.75	9148	5.4 7	249934	6707



2014	6	7550	70	6500	6	9142	5.9	250213	8313
	7	8505	72	6500	6.5	9136	8.6 1	250492	7550
	8	4163	71	6500	6.5	9129	8.7 9	250770	8505
	9	7600	70	6500	7	9123	8.4	251049	4163
	10	7629	64	6500	7.25	9117	8.3 2	251328	7600
	11	9578	63	6500	7.25	9111	8.3 7	251607	7629
	12	4676	62	6500	7.5	9105	8.3 8	251886	9578
	1	9635	66	6500	7.5	9087	8.2 2	252165	4676
	2	11915	69	6500	7.5	9068	7.7 5	252440	9635
	3	14529	72	6500	7.5	9050	7.3 2	252715	11915
	4	13024	73	6500	7.5	9032	7.2 5	252989	14529

	5	16356	72	6500	7.5	9013	7.3 2	253264	13024
	6	17213	71	6500	7.5	8995	6.7	253539	16356
	7	12986	78	6500	7.5	8977	4.5 3	253814	17213
	8	14799	74	6500	7.5	8959	3.9 9	254088	12986
	9	16327	70	6500	7.5	8940	4.5 3	254363	14799
	10	14896	71	6500	7.5	8922	4.8 3	254638	16327
	11	12418	65	8500	7.5	8904	6.2 3	254913	14896
	12	5047	62	8500	7.5	8885	8.3 6	255187	12418
2015	1	16855	69	7600	7.75	8893	6.9 6	255462	5047
	2	13682	72	6700	7.75	8901	6.2 9	255740	16855

3	13951	79	6800	7.75	8908	6.3 8	256019	13682
4	10583	79	7300	7.5	8916	6.7 9	256297	13951
5	11301	80	7300	7.5	8924	7.1 5	256575	10583
6	15035	80	7300	7.5	8931	7.2 6	256854	11301
7	8861	86	7300	7.5	8939	7.2 6	257132	15035
8	13226	86	7300	7.5	8946	7.1 8	257410	8861
9	14355	80	7300	7.5	8954	6.8 3	257689	13226
10	14609	76	7300	7.5	8962	6.2 5	257967	14355
11	14920	73	7300	7.5	8969	4.8 9	258245	14609
12	11875	71	7300	7.5	8977	3.3 5	258524	14920

## **BAB VII**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bagian ini berisi kesimpulan dari semua proses yang telah dilakukan dalam tugas akhir serta saran yang dapat diberikan untuk pengembangan kedepannya yang lebih baik.

#### **7.1. Kesimpulan**

Berdasarkan uji coba yang telah dilakukan dalam tugas akhir ini, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah :

1. Metode *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* dapat digunakan sebagai pilihan dalam meramalkan permintaan terhadap kendaraan roda empat karena memiliki nilai MAPE yang tidak jauh berbeda dan selalu lebih baik bila dibandingkan dengan kedua metode lain yaitu ARIMA dan Dekomposisi.
2. Dalam penerapan implementasi *Adaptive Neuro Fuzzy Inference System* pada peramalan permintaan terhadap kendaraan roda empat jumlah error yang dihasilkan masih cukup tinggi sehingga dapat disimpulkan bahwa variable bebas yang digunakan masih belum mampu untuk digunakan dalam peramalan dengan baik..
3. Normalisasi pada data dapat menurunkan nilai MAPE peramalan karena dengan adanya normalisasi varian data menjadi lebih kecil.
4. Setiap merk kendaraan memiliki variable signifikan yang berbeda-beda namun Produk Domestik Bruto atau GDP cenderung memiliki peran yang signifikan pada kedua merk tersebut sehingga bias diambil kesimpulan bahwa meningkatkan GDP akan mendorong daya beli masyarakat terhadap kendaraan roda empat dari Toyota dan Honda.
5. Proses validasi model dilakukan dengan melakukan peramalan untuk tahun 2015 dan membandingkan hasilnya dengan data aktual. Hasilnya, dengan menggunakan data yang telah dinormalisasi Skenario 2 pada kasus Honda memiliki hasil paling baik dengan rata-rata error 17% dan skenario 4 untuk kasus Toyota dengan error 19%.

6. Dalam penerapannya pls regresi sangat membantu dalam menentukan variable signifikan karena apabila tanpa menggunakan pls regresi maka percobaan dalam menentukan model terbaik akan memakan waktu yang cukup lama serta apabila menggunakan keseluruhan input yang direncanakan tidak selamanya selalu menghasilkan model yang lebih baik.

## **7.2. Saran**

Saran yang dapat diberikan berdasarkan proses uji coba, penarikan kesimpulan, dan batasan masalah dari tugas akhir ini adalah :

1. Penelitian ini menggunakan permintaan terhadap penjualan pada suatu merk kendaraan dimana hasil yang dihasilkan masih kurang memuaskan diharapkan dikemudian hari ada yang mencoba melakukan pengujian pada tipe kendaraan pada suatu merk dimana penjualan suatu tipe cenderung lebih stabil dibanding keseluruhan merek.
2. Penggunaan data check sangat membantu untuk melihat secara cepat bagaimana kualitas suatu model karena terkadang error training yang baik tidak selalu sesuai dengan kebutuhan peramalan masa yang akan datang.
3. Adanya variabel lain yang mempengaruhi permintaan terhadap kendaraan roda empat di Indonesia.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] World Bank, "World Development Indicators," 2015. [Online]. Available: <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>.
- [2] GAIKKINDO, "Data by Category," 2016. [Online]. Available: <http://www.gaikindo.or.id/data-by-category-2016/>. [Accessed 14 03 2016].
- [3] W. Fu-Kwan, K.-K. Chang and C.-W. Tzeng, "Using integrated PLS Regression and ANFIS for demand forecasting," *Expert Systems with Applications*, 2011.
- [4] D. Fantanzinni and Z. Toktamysova, "Forecasting German car sales using Google data," *American Journal of Operations Research*, 2012.
- [5] S. Bao-feng, L. Bo-lin, L. Gen-do and Z. Kai-ming, "Automobile Demand Forecasting : An Integrated Model of PLS Regression and ANFIS," *Advances in information Sciences and Service Sciences (AISS)*, 2013.
- [6] V. C. W. H. J. d. W. H. Vinzi, "Handbook of Partial Least Squares : Concepts, Methods and Applications," Germany, Springer, 2010.
- [7] J.-S. Jang, "ANFIS: adaptive-network-based fuzzy inference system," *Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on*, vol. 23, no. 3, pp. 665-685, 2002.
- [8] \*. S. D. b. P. K. G. Samarjit Kar a, "Applications of neuro fuzzy systems: A brief review and future

- outline," *Applied Soft Computing*, vol. 15, pp. 243-259, 2014.
- [9] frontier, "Persaingan Ketat Dua Raja Pembiayaan Mobil," 2014. [Online]. Available: <http://www.frontier.co.id/persaingan-ketat-dua-raja-pembiayaan-mobil.html>. [Accessed 8 3 2016].
- [10] A. H. Saputra, "Apa itu MAPE, MAD, dan MSD pada analisis forecast," 18 December 2010. [Online]. Available: <http://arsyil.blogspot.com/2010/12/apa-itu-mape-mad-dan-msd-pada-analisis.html>.
- [11] H. Abdi, "Partial Least Squares (PLS) Regression," *The University of Texas at Dallas*, 2003.
- [12] Z. J. d. K. K. Viharos, "Diagnostics of wind turbines based on incomplete sensor data," *IMEKO World Congress Technical Diagnostics*, 2012.
- [13] Z. J. d. K. K. Viharos, "Survey on Neuro-Fuzzy Systems and their Applications in Technical Diagnostics," *13th IMEKO TC10 Workshop on Technical Diagnostics*, pp. 87-92, 2014.
- [14] A. Abraham, "Neuro Fuzzy Systems: State-of-the-art," Australia, Monash University, 2000.
- [15] D. Kriesel, A Brief Introduction to Neural Networks, Germany: [www.dkriesel.com](http://www.dkriesel.com), 2005.
- [16] F. G. a. S. Fritsch, "neuralnet: Training of Neural Networks," *The R Journal*, vol. 2/1, pp. 30-38, 2010.
- [17] Wikibooks, "Artificial Neural Networks/Activation Functions," 2015. [Online]. Available: [https://en.wikibooks.org/wiki/Artificial\\_Neural\\_N](https://en.wikibooks.org/wiki/Artificial_Neural_N)

- etworks/Activation\_Functions. [Accessed 8 Februari 2016].
- [18] P. S. T. E. -, U. B. Luhur. [Online]. Available: <http://staff.budiluhur.ac.id/sujono/files/2012/09/Bab-2.pdf>. [Accessed 8 Februari 2016].
- [19] S. H. A. ., F. S. Payam Soltanian, "Simulation Study of Flow Control Based On PID ANFIS Controller for Non-Linear Process Plants," 2012. [Online]. Available: <http://article.sapub.org/10.5923.j.ajis.20120205.04.html>. [Accessed 8 Februari 2016].



### BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Blitar pada tanggal 13 April 1994. Merupakan anak kedua dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh beberapa pendidikan formal yaitu; SDN 1 Srengat Blitar, SMPN 1 Srengat Blitar dan SMAN 1 Blitar.

Pada tahun 2012 pasca kelulusan SMA, penulis melanjutkan pendidikan melalui jalur SNMPTN tulis di Jurusan Sistem Informasi FTIf – Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya dan terdaftar sebagai mahasiswa dengan NRP 5212100088. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi himpunan mahasiswa, yaitu menjadi staf Departemen Kewirausahaan di tahun kedua dan menjadi Staff Departemen Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa Himpunan Mahasiswa Sistem Informasi (HMSI),

Penulis mengambil bidang minat Rekayasa Data dan Intellegensia Bisnis (RDIB) di Jurusan Sistem Informasi ITS. Penulis dapat dihubungi melalui *email* [alfiansdicky@gmail.com](mailto:alfiansdicky@gmail.com).